Vol. XII. Nr. 3. 1935.

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
22 JULY 1937

Acta Societatis Botanicorum Poloniae

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Komitet Redakcyjny — Comité de Rédaction:
B. Hryniewiecki (Warszawa), *S. Krzemieniewski* (Lwów), *B. Niklewski* (Poznań), *W. Szafer* (Kraków), *P. Wiśniewski* (Wilno), *Z. Wóycicki* (Warszawa).

Redaktor — Rédacteur: *K. Bassalik* (Warszawa)

WYDANO Z ZASIŁKIEM
MINISTERSTWA W. R. i O. P. i FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ
WARSZAWA

Treść — Sommaire:

Z. WÓYCICKI.
z Zakładu Botaniki Ogólnej U. J. P.

NIECO SZCZEGÓŁÓW Z ZAKRESU ROZWOJU PYLNIKÓW I PYŁKU U NIEKTÓRYCH PRZEDSTAWICIELI RODZAJU *GENTIANA. III. GENTIANA LUTEA L.*

(Zur Entwicklungsgeschichte der Antheren und des Pollens bei einigen Repräsentanten der Gattung *Gentiana III. Gentiana lutea L.*).

(Wpłynęło 3. V. 1935)

Gentiana lutea L., której pączki utrwalane były na miejscu w Zakopanem [1]), stanowiła już przedmiot badań Stolta (1921) i Guérina (1924). W pracy, poświęconej embrjologji *Gentianaceae* i *Menyanthaceae,* Stolt podaje dla goryczki będącej w mowie liczbę chromozomów jako równą 21 (2 n = 42), dodając, że „Auch bei ein Paar anderen Arten die haploide Zahl ungefähr 20 beträgt" [2]). Autor ponadto stwierdził, że ziarno pyłkowe *G. lutea* ma trzy ujścia [3]) dla łagiewki i zawiera dużą komórkę wegetatywną i mniejszą generatywną, a więc należy do typu ziarn dwujądrowych Schürhoffa (1919—1926). W krótkim komunikacie Guérina mamy nietylko ustęp, poświęcony tej właśnie *gorycz-*

[1]) Utrwalanie takie same, jak u *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi.*

[2]) Stolt, H., l. c., p. 28.

[3]) Należy zatem do III klasy H. Fischera (1890).

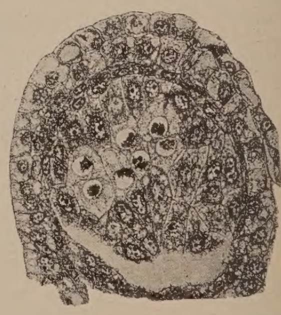
[4]) Guérin (l. c., p. 1621) pisze, że „Dans la *G. lutea* L., les cellules mères definitives du pollen, très nombreuses, se trouvent disposées en séries radiales plus ou moins régulières, que séparent des rangées de petites cellules demeurées stériles et toujours pourvues d'un seul noyau (fig. 2). Ce sont ces dernières qui concourent à la formation du tissu nourricier, en même temps que celles provenant d'un dédoublement, en sens tangentiel, des cellules avoisinant la paroi de l'anthère. Ce tissu est, en definitive, très abondant et forme une sorte de réseau dans les mailles duquel sont plongées les tétrades polliniques".

ce, ale i rycinę, przedstawiającą poprzeczny przekrój worka pylnikowego, wielce różny od tych, z któremi miałem do czynienia.

Jak widać bowiem nietylko z ryciny 32, lecz i z ryciny 33 komunikatu niniejszego archespor u *Gentiana lutea,* przeze mnie badanej, ma taki sam charakter, jak u *G. Fetisowi* [1]) lub *G. asclepiadea* [2]); jest to więc półksiężycowaty kompleks elementów (ryc. 32, 33, 34), poprzerywany miejscami przez pasma komórek, łączących placentoid z przeciwległą ścianą pylnika. Na rycinach moich (ryc. 33, 34, 35) widać również, że kompleks komórek placentoidowych, którego brak zupełnie na ryc. 2 Guérina, przedstawia się tak samo, jak u dwóch opisanych już przeze mnie *goryczek;* ściana pylnika — zbudowana wzorem *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi* — składa się z 3 lub miejscami 4 warstw komórek (ryc. 32—35): skórki, jednej lub później nieco dwóch warstw podskórnych i pokładu przejściowego, na którym spoczywają komórki wyściełające; liczy ona przeto w wypadkach normalnych mniej pokładów, niż ich widać na wspomnianej rycinie Guérina.



Ryc. 32.



Ryc. 33.

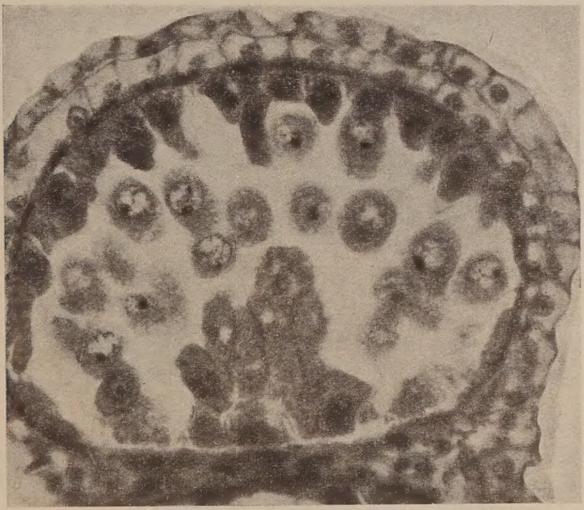
Gentiana lutea. Przekroje poprzeczne przez komory pylników w okresie synapsy (sinapsis) jąder archesporu. Ryc. 32. × ± 500; ryc. 33. × ± 350. W reprodukcji ryc. 33 zmniejszona do ½.

---

1) Wóycicki, Z., 1933.
2) Wóycicki, Z., 1933.

I tu, podobnie jak u *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi*, okres podziału na diady poprzedza skurcz protoplastu i wydzielanie charakterystycznych opon kallozowych (ryc. 34 i 35), wypełniających w postaci okapów — jedno lub dwubiegunowych — przestrzenie pomiędzy kurczącym się protoplastem a błoną m. k. p. (ryc. 34, 35, 36) [1]).

Skoro to nie nastąpi substancja kallozowa gromadzi się, jak już wskazałem na to w r. 1932, w głębi protoplastu w pobliżu jądra [2]).



Ryc. 34.

Gentiana lutea. Poprzeczny przekrój przez komorę pylnikową w okresie diplonemy jąder m. k. p. Wyraźne opony kallozowe w postaci okapów na biegunach podłużnych osi kurczących się m. k. p. $\times \pm$ 350.

W okresie diakinezy gemini mają konfigurację bardzo różną (ryc. 35-a) nie wyłączając pierścieni (ryc. 35-b). Widać też, że istnieją dość poważne różnice w długości chromozomów. Na rycinie 35-b. np. rzucają się odrazu w oczy 3 pary [oznaczone liczbami 8, 12 i 14] partnerów dłuższych od pozostałych. Liczba par zdaje się wynosić 17, za czem przemawiają zarówno rycina

---

[1]) Porównaj: W ó y c i c k i, Z., 1932, p. 12.

[2]) Patrz: W ó y c i c k i, Z., 1932-b, p. 464 i ryc. 70.

35-a jak i 35-b. W plazmie, otaczającej jądro diakinezowe, żadnych specyficznych struktur nie widać, co tłumaczy się charakterem działania zastosowanych utrwalaczy [1]).



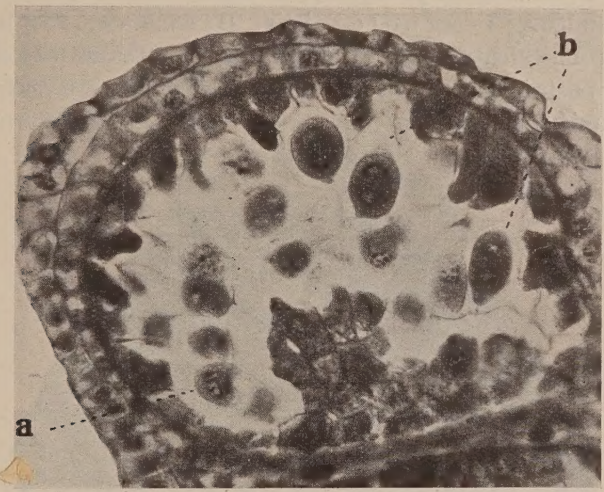
Ryc. 35 a i b.
G. lutea. M. k. p. w okresie diakinezy jąder. Na obu rycinach widoczne 17 par chromozomów. Z tych 8, 12, 14 na rys. 4-b wyróżniają się od pozostałych swą długością. $\times \pm 2400$.

Jak już w swoim czasie [2]) zaznaczyłem w okresie anafazy podziału redukcyjnego forma protoplastu z kulistej zmienia się na owalną i w takiej postaci zachowuje się aż do chwili wczesnych anafaz podziału ekwacyjnego, w którego trakcie znów wraca do mniej lub więcej formy kulistej. W okresie telofazy pierwszego podziału teren protoplastu, otoczony przez oponę kallozową kształtu wrzeciona (ryc. 36-b), wykazuje wyraźne zróżnicowanie na cienki pokład brzeżny, spoczywający pod nim grubszy pokład ziarnisty i beczułkowaty teren fragmoplastowy z dwoma jądrami pochodnemi na jego biegunach.

---

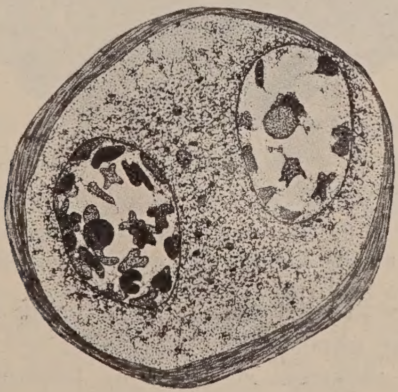
[1]) Patrz: Wóycicki, Z., 1932-c, p. 8.
[2]) Wóycicki, Z., 1932-a, p. 13.

W niektórych jądrach diadowych uniwalenty występują wyraźnie [ryc. 36 lit. a] w liczbie od 16—17.



Ryc. 36.

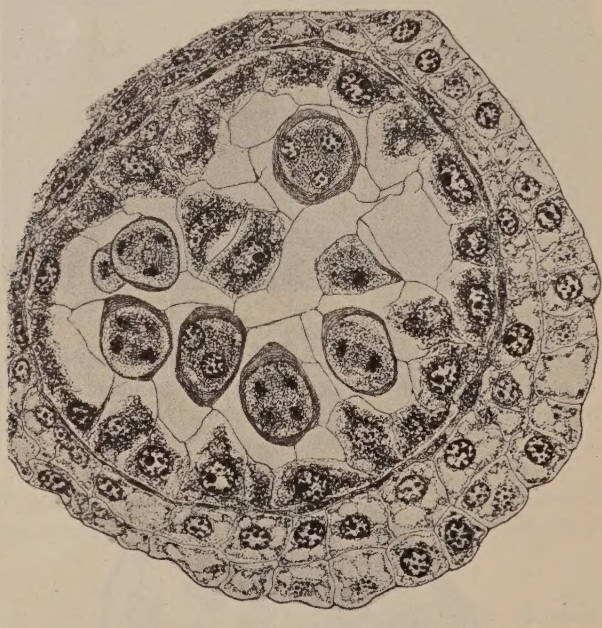
G. lutea. Przekrój poprzeczny przez komorę pylnika, w której m. k. p. znajdują się w okresie diad. M. k. p. otoczone oponą kallozową wrzecionowatego kształtu (ryc. 36-b). W jądrze a widać 16—17 uniwalentów. $\times \pm$ 350.



Ryc. 37.

G. lutea. Jądra diadowe o różnej liczbie uniwalentów z mniej lub więcej posuniętym procesem podziału na chromatydy. Niektóre z uniwalentów zdefigurowane pod przypuszczalnym działaniem utrwalacza. $\times \pm$ 2400.

W bardzo wielu jednak wypadkach podział redukcyjny daje dwa jądra o różnej liczbie chromozomów (ryc. 37), jak się to dzieje, np., u partenogenetycznych przedstawicieli rodzaju *Taraxacum* (Poddubnaja-Arnoldi i V. Dianowa, 1934). Chromozomy uniwalentne mają tu dosyć różną a czasami nawet fantastyczną postać, co oczywiście tłumaczy się przedewszystkiem wyodrębnianiem się chromatydów, a następnie ich zdefigurowaniem pod ew. wpływem utrwalacza.

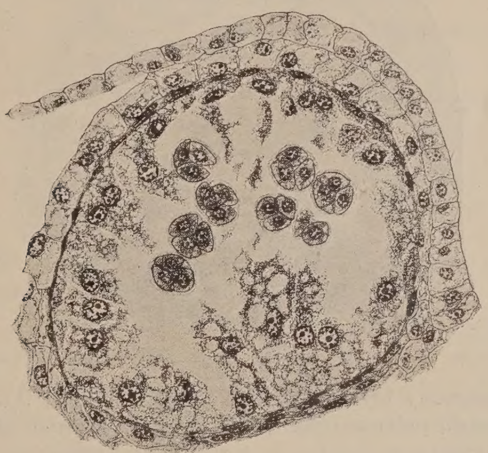


Ryc. 38.
G. lutea. Przekrój poprzeczny przez komorę pylnika w okresie podziału homotypowego m. k. p. Komórki wyścielające obłonione. Pierwotne błony m. k. p. jeszcze zachowane. $\times \pm 500$.

Z chwilą, w której 4 jądra pochodne zajmą w obrębie plazmy gonotokontu swe tetraedryczne stanowisko (ryc. 38), protoplast, jak już wiemy, zaokrągla się [1]). Błony komórek macierzystych jeszcze się zachowują i dopiero po zaniku błon komórek wyścielających — podobnie jak i u innych *goryczek* [2]) — błony te za-

[1]) Wóycicki, Z., 1932-a, p. 14.
[2]) Wóycicki, Z., 1933, p. 2.

nikają i tetrady poczynają przychodzić w bezpośredni kontakt z przenikającemi wgłąb komory protoplastami elementów tapetum. To przenikanie silnie zwakuolizowanych protoplastów odbywa się — zupełnie tak, jak u *G. Fetisowi* [1]) — bądź w postaci zachowujących swą odrębność jednostek, bądź też w postaci mniejszych lub większych synplastów [ryc. 39].



Ryc. 39.

G. lutea. Przekrój poprzeczny przez komorę pylnika, w której komórki wyściełające bujają wgłąb. Przeważnie są to samodzielne protoplasty jednojądrowe, których granice jeszcze są wyraźne. W głębi komory tetrady z zanikającemi oponami kallozowemi. $\times \pm 360$. W reprodukcji zmniej. o $^1/_3$.

Jądra komórek tapetum w tym okresie posiadają po jednem dużem i silnie hiperchromatyzowanem jądrze (ryc. 38 i 39), rozporządzającem znacznych rozmiarów i zwykle (lecz niezawsze) jednem jąderkiem.

Tylko w protoplastach wachlarza liczba jąder bywa większa; tu bowiem występuje ich zwykle dwa (ryc. 40) a czasem i więcej.

Taki stan rzeczy panuje wówczas, kiedy komórki pyłkowe, uwolnione z opon kallozowych, poczynają definitywnie się wykształcać. Stanowi to jakgdyby rodzaj wstępu do dalszych etapów, w których teren komory zaczyna się zapełniać masą plazmy, tworzącej peryplazmodjum. Powstaje ono — jak u *G. asclepiadea*

---

[1]) Wóycicki, Z., 1933, p. 3.

i *G. Fetisowi* — zarówno kosztem komórek wyściełających zewnętrznych, jak i wachlarza, spoczywającego na placentoidzie (rys. 40).



Ryc. 40.
G. lutea. Poprzeczny przekrój przez komorę pylnika, w której występują już wolne komórki pyłkowe. Na terenie komórek tapetum placentoidowego protoplasty zawierają po 2 jądra. $\times \pm$ 360. W reprodukcji zmniejszony o $^1/_3$.



Ryc. 41.
G. lutea. Przekrój poprzeczny przez komorę pylnika, w której występuje w całej pełni rozwinięte peryplazmodjum. Ziarna pyłkowe różnej wielkości i zarysów. $\times \pm$ 360. W repodukcji zmniejszony o $^1/_3$.

Jądra peryplazmodjum są rozłożone bardzo nierównomiernie. Miejscami widać puste, t. j. wolne od nich, tereny, natomiast nieco

dalej występują gęste ich skupienia (ryc. 41). Wielkość jąder też nie jest jednakowa. Bezwątpienia i tu — podobnie jak u *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi* [1])—następuje kopulacja jąder. Zarówno na rycinie 40, jak i na ryc. 41, widać wyraźnie, że w najlepszym nawet razie nie wszystkie ziarna pyłkowe wykształcają się normalnie. Część z nich wyrodnieje, a są niemi pewno te ziarna, które otrzymały niewłaściwą (ryc. 37) liczbę chromozomów.

Wreszcie dodać należy, że — zgodnie ze zjawiskami, rozgrywającemi się u *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi* — i u *G. lutea* komory zewnętrzne są z reguły bardziej zaawansowane w rozwoju, aniżeli komory wewnętrzne.

* * *

Jeśli *G. Fetisowi* „na każdym prawie kroku" [2]) ujawniała zaburzenia, które dotyczyły zarówno archesporu, jak i komórek wyściełających, to nierównie częściej zjawiska patologicznej natury spotykamy u *G. lutea.* Tak samo przeto, jak u *G. Fetisowi* i *G. lutea,* tapetum przegrodowe rozwija się czasami w postaci wachlarza, złożonego z długich komórek, wązkich u podstawy, szerokich na szczycie, co jednak przeważnie nie przeszkadza mniej lub więcej normalnemu przebiegowi rozwoju pyłku.

O wiele częściej spotyka się zwyrodnienie tapetum przegrody, połączone z bujaniem przeciwległych komórek wyściełających. Dzieje się to zwykle już wówczas, kiedy zaczynają się wykształcać ziarna pyłkowe, a więc nieco później niż u *G. Fetisowi* [3]). W wypadkach, będących w mowie, gony — o różnym stopniu wykształcenia — zostają usuwane z centrum komory ku przegrodzie komorowej (ryc. 42). Olbrzymie gymnoplasty [4]) sięgają aż do jej dna, a napotykając po drodze gony pozbawione jeszcze egzyny, wywołują ich cytolizę (ryc. 42-a). Na rycinie 42 z lewej strony widać, np., grupę tetrad zaskoczonych przez proces wyżej wspomniany. Pozbawione są one już zupełnie zarówno opon kallozowych, jak i właściwych im błon, ujawniając postrzępiony brzeg, ulegającego

---

[1]) W ó y c i c k i, Z., 1933, p. 4.

[2]) W ó y c i c k i, Z., 1933, p. 8.

[3]) W ó y c i c k i, Z., 1933, p. 10, ryc. 9.

[4]) U *G. Fetisowi* (W ó y c i c k i, Z., 1933, p. 9, ryc. 9) komórki tego rodzaju stanowią jeszcze typowe dermatoplasty, albowiem zachowują błony przez cały czas wrastania wgłąb komory.

cytolizie protoplastu[1]. Jądra komórek bujających są bardzo duże; niektóre z nich posiadają po 2 jądra. Dezorganizacja ziarn pyłkowych, posiadających egzynę, zaznacza się przedewszystkiem przez pęcznienie jej; tworzą się wówczas lokalne nabrzmienia w miejscach bezpośredniego kontaktu ziarna z atakującemi go komórkami wyściełającemi. Jak dalece wyżej opisane gwałtowne bujanie tapetum ściennego zależne jest od zachowania się tapetum



Ryc. 42.

G. lutea. Poprzeczny przekrój przez komorę pylnika, w którym nastąpił moment zaniku tapetum placentoidowego i bujania nagich protoplastów tapetum ściennego. × ± 350.

placentoidowego, widać wyraźnie z tych wypadków, w których przy zachowaniu się tego ostatniego lub jego wzroście, bujanie komórek, wyściełających stronę przeciwną komory, jest znacznie słabsze. Wówczas w komorach obie partje tapetowe spotykają się pośrodku komory, tworząc półksiężyc, w którego rogach skupiają się odsunięte tutaj bądź gotowe ziarna pyłkowe, bądź tetrady, a czasem nawet diady.

[1]) Porów. Wóycicki, Z., 1933, p. 17, ryc. 17.

Takie zachowanie się komórek wyścielających odpowiada w pewnej mierze — tym zjawiskom, które u *Oenothera lata* obserwował jeszcze w roku 1895 Pohl[1]), a które opisał dokładniej u tejże rośliny w roku 1926 Oehlkers[2]). Sądząc bowiem z jego opisu i ryciny 15-ej elementy tapetum u *Oenothera lata* również znacznie się wydłużają wzrastając wgłąb komory.

U *goryczek* ten proces bujania komórek wyścielających jest o wiele intensywniejszy (przy braku tak wzmożonego powiększania się liczby jąder, jakie, np., widzimy na jednej z olbrzymich tapet na ryc. 15 Oehlkersa), a charakter procesu wyrodnienia komór jest zgodny z wnioskami Oehlkersa, który uważa za pierwotną przyczynę zjawiska, będącego w mowie „....gerade eine zu starke, hypertrophische Ausbildung des Tapetums"[3]) i „Fehlsekretion des Tapetums"[4]).

Tischler (1927) przypuszcza na zasadzie swoich obserwacji nad *Ribes Gordonianum,* że odgrywają tu decydującą rolę nekrohormony Haberlandta „die von den zahlreichen absterbenden Pollenkörnern ausgehen und die benachbarten Zellen zum Wachstum und Teilung veranlassen könnten"[5]).

To co widzimy u *goryczek* potwierdza wniosek Oehlkersa i Gatesa (1907) i przeczy stanowczo twierdzeniu Pohla, że zanik pyłku w degenerujących komorach polega na czysto mechanicznem działaniu elementów tapetum.

* * *

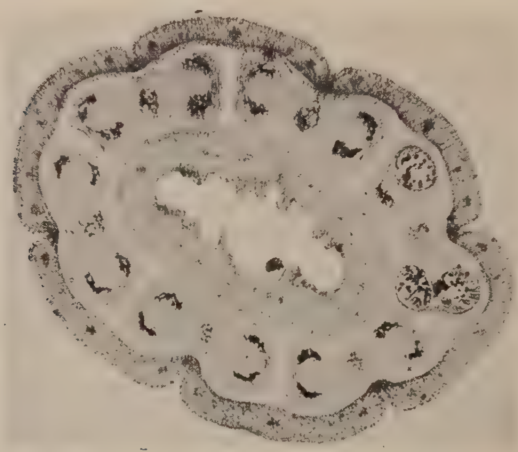
Znacznie częstszem zjawiskiem, jak to widać z ryc. 42, są zwyrodnienia o wiele dalej idące od opisanego powyżej.

A więc — podobnie jak to się dzieje u *G. Fetisowi*[6]) — nietylko wyrodnieje tapetum przegrodowe (placentoidu), ale degeneracja zatacza krąg szerszy i obejmuje komórki wyściełające ścienne. Zwyrodnienie tych elementów następuje zwykle w trakcie ich bujania i ma dość różny charakter. Większość komórek wyściełających ułega wyraźnej degeneracji wakuolarnej[7]) (ryc. 44-b),

---

1) Pohl, J., 1895, p. 211.
2) Oehlkers, Fr., 1926, p. 275—276 i p. 280—281.
3) Oehlkers, Fr., 1926, p. 276.
4) Oehlkers, Fr., 1926, p. 281.
5) Tischler, G., 1927, p. 636.
6) Wóycicki, Z., 1933, p. 14—15.
7) „Vacuolige Degeneration", Küster, E., 1929, p. 143.

przyczem jądra tego rodzaju dermatoplastów wykazują tendencję do pyknozy; w innych natomiast też same organoidy nadmiernie się rozrastają i karjolizują (ryc. 44-a). Skoro zanika tapetum na placentoidzie, to i tu również, jak u *G. Fetisowi* [1]), bujają komórki warstwy przejściowej, tworząc mniejsze lub większe poduszeczki.



Ryc. 43.

G. lutea. Poprzeczny przekrój przez pąk kwiatowy; z 6 pręcików tylko jeden rozwija w pylnikach typu ryc. 41 niewielką liczbę ziarn pyłkowych. Pozostałe worki zawierają komory zdegenerowane. $\times \pm$ 120.

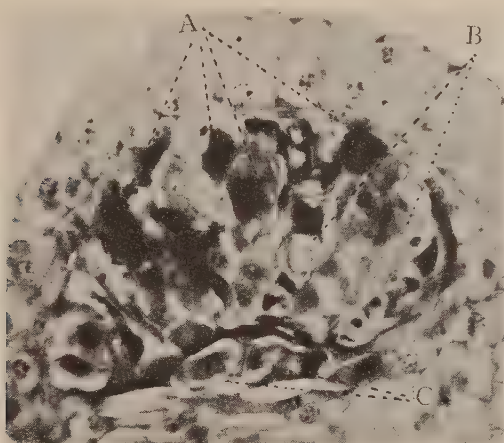
Elementy wszakże, które w skład ich wchodzą, nie posiadają charakteru normalnego; one również są silnie zwakuolizowane i posiadają jądra wyraźnie karjolizowane (ryc. 44-c).

Na terenie archesporu zamiast gonotokontów z jądrami diadowemi (ryc. 36), występują przeważnie diady typu kolejnego (succedan), nie posiadające pozatem właściwych tej fazie rozwojowej opon kallozowych (ryc. 44). Wreszcie trzeba dodać, że w okolicy tapetum ściennego bądź poszczególne tylko komórki warstwy przejściowej (patrz na linji B. ryc. 44), bądź całe ich kompleksy proliferują wślad za komórkami wyściełającemi, wykazując takie same, jak i te ostatnie, zachowanie się zarodzi i jąder.

---

[1]) W ó y c i c k i, Z., 1933, p. 14, ryc. 3.

Jeśli w powyżej opisanych wypadkach anormalnego rozwoju komór przegroda komorowa nie była wciągnięta w tok procesów patologicznych, to inaczej mają się już rzeczy w pylnikach, których zdjęcia widzimy na ryc. 45 i 46.

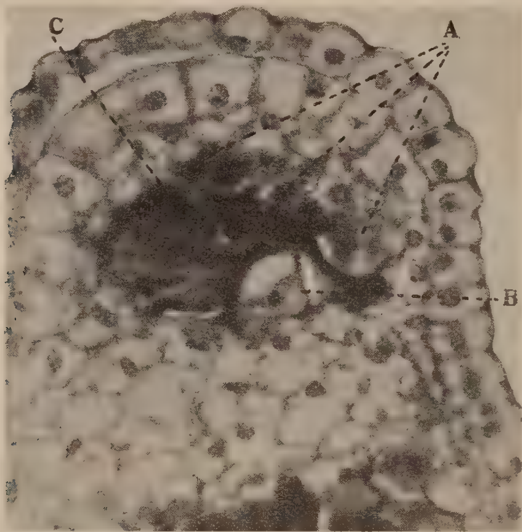


Ryc. 44.
G. lutea. Poprzeczny przekrój przez pylnik z bujającemi komórkami tapetum ściennego i również bujającemi komórkami warstwy przejściowej. Archespor w fazie diad typu kolejnego (succedan). × ± 320.

Na pierwszej z nich przegroda, która w normalnym biegu rzeczy składa się z 4, 3, a nawet mniejszej liczby warstw komórek [1]) b. silnie czasami wydłużonych, zatraca właściwy charakter swych składowych elementów. Rozrastają się one niezwykle silnie we wszystkich kierunkach, stając się z prozenchymatycznych parenchymatycznemi [2]); centralne części ich protoplastów zajmują olbrzymie wakuole, jądra zaś mieszczą się przyściennie, tracą wyraźnie na wymiarach i karjotyna ich ubożeje. Archespor w komorach całkowicie degeneruje; na materjale utrwalonym i barwionym hematoksyliną widać miejscami jedynie kontury komórek, których treść została zamazana [podobnie jak się to dzieje u *Pho-*

[1]) Por. ryc. 36.
[2]) Mamy więc tu do czynienia z t. zw. hipertrofją (Küster, E., 1925, p. 306).

radendron[1]), zbadanego niezbyt dawno przez Billingsa] przez rozlaną po plazmie karjotynę. Komórki wyściełające (ryc. 45-C) takiemu samemu ulegają losowi; proliferują natomiast komórki miejscami kilkuwarstwowego pokładu przejściowego, dosięgając wraz ze swemi jądrami znacznych wymiarów (ryc. 45 A i B).



Ryc. 45.

G. lutea. Przekrój poprzeczny przez worek pylnikowy ze zdegenerowanemi komorami i przegrodą komorową, zmodyfikowaną na skutek hypertrofji wchodzących w jej skład komórek. $\times \pm 320$.

O wiele silniej wyrażone są zakłócenia w rozwoju przegrody komorowej na ryc. 46.

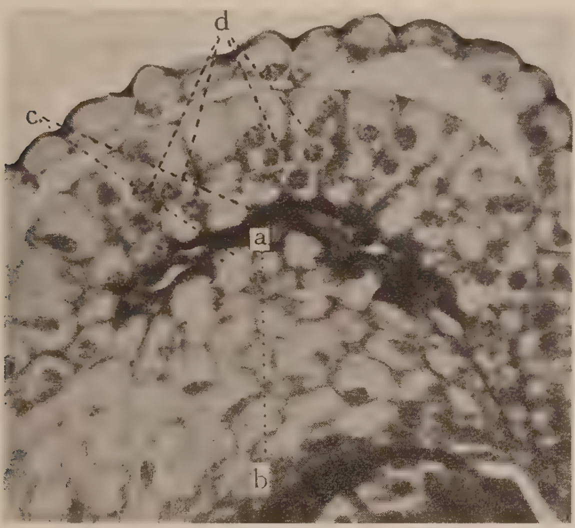
Tutaj [2]) wypiętrza się ona bardzo energicznie wgłąb zdegenerowanej komory, przyczem zupełnie wyraźnie zaznacza się pogranicze obu grup komórek, napierających na siebie. Linja ta przechodzi mniej więcej — sądząc ze stosunku wzajemnego komórek i ich zarysów — wzdłuż płaszczyzny ab ryc. 46. Szczyt wypiętrzenia zajmują elementy już prawie luźno tylko związane z re-

---

[1]) Billings, H. Fr., 1932, p. 985.

[2]) Skutkiem zaniku przedewszystkiem czynników natury mechanicznej (t. zw. „mechanische Wachstumshemmungen", „mechanische Korrelationen", Küster, E., 1935, p. 456).

stą tkanki. Niektóre z nich trzymają się w tkance przegrody tylko swoją podstawą (ryc. 46c), mając szczyt wsunięty głęboko w resztki zdezorganizowanej warstwy wyściełającej. Całość obrazu przypomina — w pewnej mierze — zjawiska, z któremi mamy do czynienia przy t. zw. wzroście poślizgowym [„gleitende Wachstum] [1]). Kiedy w komórkach brzeżnych jądra wraz z główną ma-



Ryc. 46.

G. lutea. Przekrój poprzeczny przez pylnik, w którym jedna z komór uległa zupełnej degeneracji. Wyraźny całkowity zanik archosporium i tapetum zarówno ściennego, jak i przegrodowego. Przegroda komorowa zarasta komorę. Ściana komory rozwinięta nadmiernie na skutek tworzenia warstw nadprogramowych przez komórki hipodermy. Linja *ab* oznacza w przybliżeniu pogranicze kierunków parcia na siebie obu (prawego i lewego) kompleksów komórek, składających przegrodę; *d* — komórki warstwy podskórnej, w których wyraźną jest produkcja nadprogramowych warstw ściany pylnika; *c* — komórki proliferujące z jądrami u szczytów. $\times \pm 320$.

są plazmy zajmują ich wierzchołki, w centralnych warstwach przegrody jądra [o zarysach przeważnie wrzecionowatych, właściwych komórkom prozenchymatycznym] spoczywają bądź w centralnych okolicach składających ją elementów, bądź u ich obecnej podsta-

---

[1]) Küster, E., 1935, p. 566—567.

wy. Ściana zewnętrzna komory, będącej w mowie, również posiada swoiste wykształcenie. Zamiast zwykłych 3 pokładów: skórki, hipodermy i warstwy przejściowej widzimy tu warstw 4—5. Nadprogramowe warstwy zawdzięczają swe pochodzenie — jeśli nie wyłącznie, to przeważnie — komórkom hipodermy, która produkuje [1]) nowe, stosunkowo płaskie, elementy w kierunku komory pylnika (ryc. 46). Właściwa warstwa przejściowa również proliferuje wgłąb komory, w której prócz resztek zwyrodniałego tapetum widnieją gdzieniegdzie i resztki archesporu.

Patologje o charakterze tylko co opisanym odpowiadają tym, z któremi zaznajomił nas G a t e s (1907) u mieszańców *Oenothera* lata $\times$ *O. Lamarckiana.* Jak widać z rycin autora 5 i 6 tabl. II, zarówno jak i z opisu na str. 87, autor główny nacisk kładzie na zachowanie się warstwy przejściowej („the middle layer"). Ona ma być tym pokładem, którego komórki „may even multiply by mitotic division" [2]) i decydują o zarastaniu pozbawionych archesporu komór.

G a t e s dodaje dalej, że „The ingrowth is frequently irregular, occurring more rapidly on one side of the cavity, thus causing the latter to lie excentrically in the anther lobe..." [3]). Już jednak z porównania obu wyżej wymienionych rycin widać wyraźnie, że nietylko „the middle layer", ale i inne warstwy przyjmują — podobnie jak u *G. lutea* — udział w zarastaniu komór.

Zaraz w roku następnym szczegółowiej takie zjawiska kontabescencji pylników opisał T i s c h l e r (1908) u *Potentilla Tabernaemontani.* Pomieniony autor słusznie już wówczas podkreślił, że: „gute Differenzierung des Inhalts durch Färbung gelang nicht mehr" [4]) dla przyczyn, w które bliżej nie wchodził, a które stały się później jasne po badaniach B o n n e t a z roku 1912. Takiego natomiast, jak u *Ribes Gordonianum* [5]) niezmiernie ciekawego i swoistego zachowania się komór — w których nie byłoby nawet śladu archesporu, a jego miejsce zajmowałyby wybujałe, obdarzone wieloma jądrami, komórki wyściełające [zróżnicowane wyraźnie na odmienne co do swej treści pasma: wewnętrzne i ze-

---

[1]) Przypuszczalnie dzięki nekrohormonom.

[2]) G a t e s, R. R., l. c., p. 87.

[3]) G a t e s, R. R., l. c., p. 88.

[4]) T i s c h l e r, G., 1908, p. 86.

[5]) T i s c h l e r, G., 1927, p. 637, ryc. 29 i 30.

wnętrzne] — u żadnej z dotychczas opisanych przez mnie *goryczek* nie udało mi się obserwować [1]).

STRESZCZENIE WYNIKÓW.

1. Archespor u *Gentiana lutea* — wbrew twierdzeniu Guérina — ma, podobnie jak u *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi*, charaktek półksiężyca, przerywanego mostkami komórek, biegnących od placentoidu do tapetum ściany zewnętrznej pylnika.

2. Normalnie wykształcona zewnętrzna ściana komory nie jest, jak chce Guérin, wielowarstwowa, lecz składa się zasadniczo tylko z 3 pokładów: skórki, hipodermy i warstwy przejściowej (ryc. 33, 38, 39, 40, 41). Wzmożenie liczby pokładów (hipertrofja) do 4—5 jest już wyrazem anormalnych stosunków, wywołanych przez zanik tapetum i archesporu (ryc. 45 i 46).

3. U *G. lutea* ze stanowisk Zakopiańskich, podobnie jak u *G. Fetisowi* (z ogrodu Krakowskiego), w pączkach kwiatowych mniej lub więcej normalnie rozwija się jeden tylko lub dwa pręciki. Pozostałe wykazują daleko idącą degenerację właściwej treści komór (ryc. 42—46).

4. W wypadkach normalnego rozwoju pyłek rozwija się jak u *G. asclepiadea* i *G. Fetisowi;* część jego wszakże ulega dezorganizacji. Peryplazmodjum również ma taki sam charakter [„echtes Periplasmodium" — Schnarfa] (ryc. 9 i 10). Rozwój komór całkowicie jest zgodny z gatunkami poprzedniemi, czyli że komory zewnętrzne wyprzedzają w rozwoju komory wewnętrzne.

5. Liczba gemini wynosi około 17—18 (ryc. 35 i 36). Pary mają konfigurację różną, nie wyłączając pierścieni. Trzy pary homologów wyróżniają się od pozostałych swą długością (ryc. 35b).

6. W wypadkach zwyrodnienia tapetum przegrody komorowej komórki wyściełające ścianę zewnętrzną pylnika (tapetum externum) bujają w postaci gymnoplastów (u. G. Fetisowi są to dermatoplasty) tak samo lub jeszcze silniej, niż u *G. Fetisowi* (ryc. 42). Wówczas nieznaczna tylko część ziaren pyłkowych wykształca się; pozostałe ulegają cytolizie lub anormalnemu rozwojowi w tym sensie, że po podziale na 4 jądra nie następuje cytoki-

[1]) Niech mi wolno będzie na tem miejscu serdecznie podziękować p. dr. W. Teleżyńskiemu za wykonanie mikrofotografij, a p. dr. T. Gorczyńskiemu za wykonanie rycin do publikacji niniejszej.

neza, a skutkiem tego otrzymujemy olbrzymie komórki czterojądrowe z błoną tej grubości i takiego mniej więcej strukturalnego charakteru, jak w normalnych ziarnach pyłkowych. Podobnemu obłanianiu ulegają czasami niektóre z komórek wachlarza placentoidowego (tapetum internum) [1]).

7. Podobnie jak u *G. Fetisowi* i u *G. lutea* występuje zwyrodnienie całego tapetum. Jest tu jednak ono o wiele częstszem zjawiskiem, aniżeli u *G. Fetisowi* i cechuje czasami większość pręcików poszczególnych pączków (ryc. 43).

Przy tego rodzaju schorzeniu mogą zachodzić dwa wypadki. W pierwszym — zwyrodnienie tapetum, a co za tem idzie i archesporu, pociąga zą sobą tylko proliferację komórek warstwy przejściowej zarówno na placentoidzie, jak i ze strony przeciwnej (ryc. 44); w drugim natomiast — przy znacznie silniejszej degeneracji archesporu i tapetum — proliferują wgłąb światła komory na skutek zaniku mechanicznych korelacji i elementy przegrody komorowej (ryc. 45 i 46).

8. Zwyrodnienie komórek tapetum, podobnie jak *G. Fetisowi*, objawia się przez chorobliwą wakuolizację plazmy i pyknozę, lub o wiele częściej przez karjolizę jąder (ryc. 44).

LITERATURA.

1. Billings, H. Fr. 1932. Ann. of Bot., V. 46.
2. Bonnet, J. 1912. Arch. f. Zellforsch., Bd. 7.
3. Denniston, R. H. 1913. Science, N. S., Vol. 37.
4. Gates, R. R. 1907. Bot. Gaz., V. 43.
5. Goebel, K. Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane, (Encyklopaedie der Naturwiss.). Berlin.
6. Guérin, P. 1924. C. R. Ac. Sc., Paris, T. 179.
7. Küster, E. 1929. Pathologie der Pflanzenzelle. I. Teil, Berlin.
8. Küster, E. 1935. Die Pflanzenzelle, Jena.
9. Oehlkers, Fr. 1926. Zeitschr. f. indukt. Abst. -und Vererbungslehre.
10. Pohl, J. 1895. Oestr. Bot. Zeitschr., Bd. 45.

---

[1]) „Placentoide" w terminologji Chatin'a, 1870 (cytuję według R. Thomasa, 1931). Przy sposobności dodam, że zdaniem Goebla „der Name „Placentoid" ist ganz überflüssig", gdyż „...diese Gewebepartien haben aber mit einer wirklichen Placenta nichts gemeinsam" (K. Goebel, p. 396). Pomimo tego sprzeciwu Francuzi go wszakże i nadal utrzymują, co uważam za słuszne oczywiście tylko ze względów czysto topograficznych.

11. Poddubnaja-Arnoldi, V. und Dianova, V. Planta, Bd. 23, H. 1, 2.
12. Stolt, H. 1921. Kungl. Svens. Vetensk. Akad. Handl., Bd. 61.
13. Schürhoff, P. N. 1926. „Die Zytologie der Blütenpflanzen", Stuttgart.
14. Tischler, G. 1908. Arch. f. Zellforsch., Bd. I, H. I.
15. Tischler, G. 1927. Planta, Bd. 4, H. 4, 5.
16. Thomas, R. 1931. Thèse, Paris.
17. Wóycicki, Z. 1932a. Acta Soc. Bot. Pol., Vol. IX, N. 1/2.
18. Wóycicki, Z. 1932b. Acta, Soc. Bot. Pol., Vol. IX, N. 3/4.
19. Wóycicki, Z. 1933. Acta Soc. Bot. Pol., V. X, N. 4, 5.

ZUSAMMENFASSUNG.

Das Archesporium von *Gentiana lutea* hat — entgegen der Behauptung Guérin's — ebenso wie bei *G. asclepiadea* und *G. Fetisowi* — die Gestalt eines Halbmondes, der durch Zellbrücken, die vom Placentoid zum Tapetum der äusseren Pollensackwand laufen, unterbrochen wird.

2. Eine normale äussere Pollensackwand ist nicht — wie Guérin behauptet — mehrschichtig, sondern setzt sich im ganzen bloss aus 3 Schichten zusammen: der Epidermis, der Hypoderma und einer Mittelschicht. Die Steigerung der Zahl der Schichten bis vier-fünf (Fig. 45, 46) ist bereits als Ausdruck anormaler, durch den Schwund des Tapetums und des Archespors hervorgerufenen Verhältnisse, zu werten.

3. Bei *G. lutea* (aus Zakopane) entwickelt sich ebenso wie bei *G. Fetisowi* (aus dem Botan. Garten in Kraków) in den Blütenknospen bloss 1 bzgw. 2 Staubgefässe mehr oder weniger normal. Der Rest weist eine weitgehende Degeneration des Pollensackinhaltes auf (Fig. 42, 43, 44, 45 u. 46).

4. Im Falle normaler Entwicklung, entwickelt sich der Pollen ähnlich wie bei *G. asclepiadea* und *G. Fetisowi*, erfährt jedoch teilweise eine Desorganisierung. Das Periplasmodium (Fig. 40 u. 41) trägt ebenfalls dengleichen Charakter [„echtes Periplasmodium" — Schnarf's]. Die Entwicklung der Pollensäcke stimmt vollständig mit derjenigen, der früher erwähnten Arten überein, d. h., dass die äusseren Säcke den inneren in der Entwicklung vorausgehen.

5. Die Zahl der Gemini beträgt ca 17—18 (Fig. 35, 36). Die Paare weisen verschiedene, auch ringförmige Konfigurationen auf.

Drei Paare Homologa unterscheiden sich von den übrigen durch ihre Länge (Fig. 35b).

6. Im Falle der Entartung des Tapetums der Scheidewand erfahren die Zellen des Tapetum externum eine ebenso intensive bzgw. noch stärkere Wucherung (Fig. 42) wie bei *G. Fetisowi.* Während aber bei *G. lutea* solsches proliferierendes Tapetum aus Gymnoplasten besteht, haben wir bei *G. Fetisowi* mit Dermatoplasten zu tun (Fig. 9, p. 10, 1933). In diesem Falle gelangt nur ein kleiner Teil der Pollenkörner zur Entwicklung; die übrigen unterliegen der Zytolyse bzgw. entwickeln sich in abnormer Weise, indem nach der Kernteilung keine Zytokinese nachfolgt, so dass riesige, vierkernige Zellen entstehen, deren Membranen dieselbe Dicke und ungefähr die gleiche Struktur wie in normalen Pollenkörnern besitzen. Manchmal erfahren auch manche Zellen des Tapetum externum [1]) eine ähnliche Umscheidung.

7. Ähnlich wie bei *G. Fetisowi* kommt auch bei *G. lutea* Degeneration des ganzen Tapetums, hier jedoch häufiger als bei *G. Fetisowi*, vor, und es werden von derselben manchmal fast alle Staubgefässe in den einzelnen Blütenknospen befallen (Abb. 43).

Dabei sind zwei Eventualitäten möglich. Im ersten Falle verursacht die Entartung des Tapetums und des Archespors eine Proliferation bloss seitens der Mittelschichtzellen, sowohl am Placentoid wie an der Antherenwand (Fig. 44); im zweiten Falle, bei stärkerer Degeneration des Tapetums und des Archespors, wuchern—infolge des Verschwindens vor allem der mechanischen Korrelation—auch Elemente der Fächernscheidewand in den Hohlraum der Pollenkammer hinein (Fig. 45 u. 46).

8. Die Entartung der Tapetumzellen drückt sich, ähnlich wie bei *G. Fetisowi,* in der schaumigen Degeneration des Plasmas, sowie in der Pyknose bzw. viel häufiger in der Karyolyse der Kerne aus (Fig. 44).

---

[1]) In der Terminologie Chatin's — „Placentoide" (zit. nach R. Thomas, 1931). Bei dieser Gelegenheit möchte ich hervorheben, dass Goebel der Ansicht war, dass „der Name Placentoid ganz überflüssig" ist, „da diese Gewebepartien mit einer wirklichen Placenta nichts gemeinsam haben" (K. Goebel, p. 396). Trotzdem halten die französischen Autoren weiter an diesem Terminus fest, was ich selbstverständlich aus rein topographischen Gründen für richtig erachte.

AGNER FRANCISCO KOFOEDHANSEN.
Reykjavik.

VON DEN WÄLDERN UND DER WALDWIRTSCHAFT ISLANDS.

(Eingegangen 24.IX. 1935).

Die Berichte der ersten Ansiedler von Island stimmen darin überein, dass das Tiefland und die Bergabhänge fast überall mit Wald bewachsen waren. Die Nachforschungen unserer Zeit haben festgestellt, dass die vegetationstragende Bodenschicht überall denselben Charakter hat, und somit auch gewissermassen die Wahrheit der obengenannten Berichte bestätigt, denn es liegt dann kein Grund vor, warum der einzige waldbildende Baum, der hier das Terrain erobern konnte, die Birke *(Betula odorata)*, die leichte und weitfliegende Samen hat, sich nicht überall verbreiten sollte, wenn die klimatischen Verhältnisse ihr Gedeihen gestatteten.

Vom Aussehen und Wuchs des isländischen Urwaldes hat man keine Überlieferungen, aber aus den besten jetzt existierenden Waldungen lässt sich deutlich erkennen, dass der Urwald, in den am günstingsten gelegenen Gegenden, wenigstens ungefähr 17—18 Meter hohe Bäume enthalten hat, und aus diesen Waldungen kann man noch heutzutage sehr gute Nutzholzstücke bekommen, z. B. Hallormstad und Vaglir. In einem so nördlichen Lande wie Island, musste selbstverständlich die Benutzung der Wälder sehr stark betrieben worden sein. Die schnell zunehmende Bevölkerung bedurfte einer Unmenge von Brennholz und Nutzholz, und zweifellos hat man auch oft im Anfang grössere Flächen gerodet, in der Hoffnung, gute Weiden zu erzeugen, aber der eigentümliche Boden hat fast immer diese Hoffnung enttäuscht. Die obere Bodenschicht hier ist Löss, d. h. sie ist vom Winde abgela-

gert, und wenn die Vegetation, sei es Waldvegetation oder kräuterartige Vegetation, zerstört wird, kann sie wieder durch den Wind weggeführt werden, wenn nicht gleichzeitig ein Anbau des Bodens stattfindet. (In der schwedischen Zeitschrift „Skógsvardsforeningens Tidskrift" habe ich eine Abhandlung über isländischen Lössboden geschrieben, in Heft 11—12, 20 Jahrg., Nov.-



Fig. 47.
Abwehen von Grasebenen. Isl. Südland.

Dez. 1922, und der schwedische Geolog Carl Samuelsson erwähnt in seinem Buch: „Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen", Uppsala 1926, auch den isländischen Lössboden). Es ist deshalb in diesem Lande nicht die Benutzung allein, die das Areal der Wälder reduziert hat; das den Kahlschlägen und dem Roden folgende Abwehen des Lössbodens haben gewiss noch viel mehr dazu beigetragen, und haben eine, im eigentlichen Sinne des Wortes, Verwüstung riesiger Landflächen verursacht. Solche Verwüstungen finden auch heutzutage, nicht nur auf waldigen, sondern auch auf grasbewachsenem Boden, statt. Das Verfahren der Menschen dem waldbewachsenem Lande, oder dem Lande überhaupt, gegenüber, ist

hier nicht schlimmer gewesen, als in anderen nördlichen Ländern; dass die Folgen verhängnissvoller wurden, ist nur dem Lössboden und dem stürmischen Klima zuzuschreiben. Um weitere Zerstörungen zu vermeiden, und die Wiederherstellung verwüsteter Flächen zu befördern, hat man nun Gesetze gegeben. Das erste Gesetz in Bezug auf das Waldbewachsene Land wurde 1909 erlassen. Es wurde 1928 erweitert und etwas geändert, und enthält ausser verschiedenen administrativen Verordnungen auch die Bestimmung, dass der, der ein Landstück einfriedigen will, diese Arbeit meistenteils auf öffentliche Kosten bewerkstelligen kann. Er bekommt von der Regierung das Zaunmaterial aus dem nächsten Hafen geliefert und Werkführer unentgeltlich. Selbst muss er das Material weiter transportieren, und die für die Aufstellung des Zaunes nötige Arbeitskraft liefern. Die Einfriedigung wird gerichtlich bestätigt, und lastet als Servitut auf dem Besitz. Ob für die Einfriedigung Waldboden oder Grasboden, um eine neue Baumvegetation zu erzeugen, gewählt wird, ist gleichgültig.

Niedrig geschätzt, hat das mit Wald bewachsene Land eine Ausdehnung von nicht weniger als 9000 km² gehabt, übrig davon sind heutzutage ungefähr 600 km²; aber nur auf weniger Stellen hat die Waldvegetation einen solchen Charakter, dass sie den Namen Wald verdient, meistens ist sie nur Gestrüpp. Das ganz unkontrollierte Weiden der Haustiere im Spätherbst, Winter und Frühling hat die Waldvegetation zu einem wahren Karrikaturbild des Urwaldes reduziert.

Es ist in der Tat seltsam, dass das mit Baumvegetation bewachsene Land noch so ausgedehnt ist, und es hat auch einen besonderen Grund. Die hiesige Birke hat nämlich ein fast unbegrenztes Reproduktionsvermögen. Wenn ein Kahlschlag gemacht wird, bildet sich schnell ein neuer Bestand aus zahlreichen Wurzelsprossen, vorausgesetzt, dass kein Abwehen stattfindet. Ausserdem hat das verbissene Gestrüpp oft einen reichlichen Samenansatz, und die Samen werden meistens völlig reif.

Die Einfriedigung hat gute Resultate aufzuweisen, und es lässt sich in den eingefriedigten Waldungen deutlich erkennen, dass der Urwald einen sehr schönen Wuchs gehabt hat, denn der emporschiessende Birkenanwuchs ist meistens wohlgeformt.

In den zwei zuerst eingefriedigten Wäldern, Hallormstad und Vaglir, (der Wald von Hallormstad wurde 1905 — 1907, der von Vaglir 1909 eingefriedigt) ist der durchschnittliche jährliche

Höhenzuwachs ungefähr 15 cm; es muss aber in Betracht gezogen werden, dass die dortigen Bestände bis zur Einfriedigung durch das Weiden der Haustiere stark gelitten haben. Der Höhenzuwachs (jährliche) in unbeschädigten Waldungen in den am günstigsten gelegenen Gegenden wird zweifellos nicht weniger als 25 cm betragen, aber solche Waldungen existieren noch nicht. In



Fig. 48.
Abwehen bewaldeter Hügel. Isl. Nordland.

den durch das Weiden im Winterhalbjahre entstellten Waldungen ist es sehr schwierig, oder fast unmöglich, solche Vermessungen zu bewerkstelligen, um ein deutliches ganz zuverlässiges Bild des Wachstums zu erhalten. Auf Hallormstad wurde zum Schutz der Pflanzschule ein 2,5 m. breiter Streifen angepflanzt. Für die Anlage nahm man aus dem Walde kleine Ballen- (= Klumppflanzen) Pflanzen, die alle durch das Weiden beschädigt waren. Nach 22 Jahren war die Mittelhöhe 5 m. und der jährliche Zuwachs somit 23 cm. Maximumhöhe war 5,9 m.

In tief gelockertem, gedüngtem Gartenboden erreichten sehr kleine Pflanzen der Birke und *Sorbus aucuparia islandica* (Vogelbeerbaum) eine Höhe von 5 m (Mittelhöhe), und der jähr-

liche Höhenzuwachs war somit 30 cm. Maximumhöhe war 5,9 m. Der Garten liegt auf dem Südlande in „Fljótshild".

Des Lössbodens wegen müssen die Wälder von Island als Schutzwälder, im Gegensatz zu anderen Ländern, behandelt werden. denn das Abwehen ist eine beständig drohende Gefahr, besonders innerhalb des Waldbodens, wo die obere Schicht durch das Wur-



Fig. 49.
Wald von Baierstadar. Dicke Lössbodenschicht. Isl. Südland.

zelnetz der Bäume gelockert ist. Kahlschläge sind zu vermeiden, nur Durchforstungen und zuletzt Dunkelschläge dürfen hier angewendet werden. Ehe die letzten Bäume der alten Generation verschwinden, muss der neue Anwuchs fast überall den Boden bedecken. Da, wie obengesagt, das Reproduktionsvermögen der hiesigen Birke überaus gross ist, wird es im allgemeinen ziemlich leicht sein, die Waldungen durch Wurzelausschläge zu erneuern. Wenn die Ausschläge aus irgend einem Grunde ausbleiben, muss man versuchen, den Wald durch natürliche oder künstliche Besamung zu verjüngen, denn die Erfahrung hat uns gelehrt, dass das Pflanzen in unbearbeiteten Lössboden nie zu einem guten Resultat führt, wenn nicht Ballenpflanzen verwen-

det werden. In solchem Löss vegetieren verschulte Pflanzen nur eine gewisse Zeit, um schliesslich ganz einzutrocknen, weil die Niederschläge nicht tief genug in den sehr feinen und dichten Löss hinabsinken können, um die, bei deratigen Pflanzen tief untergebrachten Wurzeln zu erreichen. Um ein kräftiges Wachstum zu erlangen, muss der Boden gelockert und auch gedüngt werden. Dies, sowohl als die Verwendung von Ballenpflanzen, ist aber so kostspielig, dass eine Aufforstung grösserer Areale in dieser Weise ausgeschlossen ist.

Ausserdem hat der Löss eine Eigenschaft, die sowohl das Pflanzen als das Säen erschwert. Er wird nämlich durch Frost sehr stark beeinflusst, und durch denselben förmlich gesprengt oder zerrissen. Der Boden wird in kleine, dicht neben einander stehende Kegel aufgehoben, wobei diese Erscheinung im isländischen „Holklaki" genannt wird. Es ist deshalb ganz unmöglich im Brachlande zu säen, selbst wenn die Bearbeitung sich nur auf kleine Quadrate oder schmale Streifen bezieht, und beim Pflanzen ins Brachland muss man um jede Pflanze Rasenstücke oder Steine niedertreten, um dem Auffrieren vorzubeugen.

In Bezug auf Waldanlegungen hat man deshalb im Anfang wenig Glück gehabt, weil man die Eigenheiten des Lössbodens nicht kannte, und glaubte, dass man das in anderen nördlichen Ländern übliche Verfahren auch hier praktizieren könnte.

Es scheint, dass wir nun eine für künstliche Besamung brauchbare Methode gefunden haben: Der Rasen wird mittelst einer zweckmässig montierten Sense oder Messers so dünn abgeschnitten, dass die Schnittwunde im Wurzelnetz der Gräser liegt. Nachdem man die Wunde mit eisernen Rechen ausgerissen hat, werden die Samen auf dieselbe gestreut, und mit dem Fuss festgestampft. Dieses Verfahren hat überall auf Grasboden ein gutes Resultat gegeben. 1927 fingen wir an, solche Besamungen zu bewerkstelligen, aber bis jetzt sind nur 4 Hektar auf diese Weise behandelt worden.

Das Säen auf Grasboden nach Entfernen des Mooses mit eisernen Rechen, führte immer zu einem negativen Resultat. Die Pflanzen wurden von dem sich schnell wieder entwickelndem Moos vernichtet. Die Natur selbst versteht es aber auf geheimnissvolle Weise, sei der Boden trocken, feucht oder nass, mit Heidekraut oder Gras bewachsen, den Wald durch Besamung zu verbreiten.

Will man hier neue Waldvegetation erzeugen, so lässt sich dies somit auf zweierlei Weise vollziehen:

1. Man kann ein grösseres Stück Land einzäunen, und innerhalb des Zaunes ein kleines Areal, 0,5—1 Hektar bepflanzen, nachdem man den Boden dort tief gelockert und gedüngt hat. Wenn die Vegetation ein gewisses Alter, 12—18 Jahre, erreicht



Fig. 50.
Baierstadarwald. Isl. Südland.

hat, wird sie sich innerhalb des Zaunes durch die Samen selbst verbreiten. Es wird dasselbe erreicht, wenn ein Teil eines jetzt existierenden Gestrüppwaldes und des anliegenden Grasbodens eingezäunt wird.

2. Die Arbeit durch künstliche Besamung nach dem oben beschriebenen Verfahren bewerkstelligen.

Die grössten Bäume im Lande, die auf Hallormstad stehen, sind 10—11 Meter hoch mit einem Querdurchmesser in Brusthöhe von 20—30 cm. Auf Vaglir ist der Wald durchschnittlich 6 Meter hoch, und die höchsten Bäume dort haben eine Höhe von 8—9 Meter.

Wie in anderen Ländern, hat die Beschränkung der Freiheit der Waldbesitzer ihrem Waldboden gegenüber auch hier Widerstand begegnet, und noch sind nur ungefähr 1400 Hektar des Waldbodens eingefriedigt (eingezäunt), aber das neue Gesetz wird zweifellos die Einfriedigungsarbeiten sehr beschleunigen.

Das Totalareal der künstlichen Besamung ist jetzt 18 ha. Überall ist nur isländischer Birkensamen verwendet worden. Doch habe ich auch im geringen Quantum norwegischen Samen säen lassen, aber derselbe scheint hier nicht geeignet.

Island liegt weit südlich von der Nordgrenze der Waldregionen, und wenn hier kein Lössboden wäre, sondern gewöhnlicher Boden mit Grundwasserspiegel, dann hätten zweifellos auch Nadelhölzer sich hier verbreiten können, denn das Klima ist hinlänglich gut, und die Mitteltemperatur des Sommers höher als dort, wo in Norwegen auf 69° 58′ Breitengrad der Birkenwald seine volle Entwickelung erreicht, und die Kiefer auch noch recht hoch wird. In Norwegen auf 67° 10′ wächst der Birkenwald noch so gut, dass das Holz für Hausbau verwendet wird. Dieser Unterschied ist zu auffallend, selbst wenn in Betracht gezogen wird, dass hier Küstenklima herrscht.

Reykjavik, Island.

AGNER FRANCISCO KOFOEDHANSEN.
Reykjavik.

DER LÖSSBODEN IN SEINER BEZIEHUNG ZUR WALDVEGETATION.

Zwölfjährige Tätigkeit als Leiter des isländischen Forstwesens hat mich gelehrt, dass der Boden von Island, d. h. die obere Schicht, die die Wurzeln der Vegetation enthält, so eigenartig ist, dass er mit dem Boden in anderen nördlichen Ländern überhaupt nichts Gemeinschaftliches hat, und in seiner Beziehung zur Waldvegetation so eigentümlich ist, dass die Regeln für Waldanlagen, und zum Teil auch für Waldpflege (die ihre Richtigkeit anderswo erwiesen haben) hier nicht mehr gelten. Als ich zuerst hierher kam, fand ich diesen Boden von meinem Vorgänger als Humus oder humusgemischten, lehmigen Sand beschrieben. Er ist aber gar nicht mit Humus, der aus einem Gemisch von verfaulten Pflanzenresten, Sand oder Lehm besteht, verwandt, sondern ist eine ursprüngliche, rein mineralische Bodenart. C. V. Prytz, Professor der Waldwirtschaft an der Forstacademie in Copenhagen, bereiste 1903 einen grossen Teil des Landes. Er wurde auf die Eigentümlichkeit der oberen Bodenschicht aufmerksam. In seiner Abhandlung: „Skovdyrkning paa Island" Kbhvn 1905 (Sonderdruck aus „Tidsskrift for Skovvasen Bd. XVII 1905) liegen Resultate von sowohl mechanischen als chemischen Analysen vor. Prof. Prytz bemerkt u. a. „Das Überraschende für mich war, dass die obere Bodenschicht ausserordentlich feinkörnig war und keine Steine enthielt, so wie auch, dass ihr Aussehen und Konsistenz diegleiche war, von Seydisfjord bis Reykjavik", und weiter: „Es ist also diese Bodenschicht, die entblösst wird, wenn der Wald verschwindet, und es ist verständlich, dass sie dann, dem Winde ausgesetzt, weggefegt wird. In der Tat ist denn auch die obere Bodenschicht

im Inneren Islands, soweit ich das Land gesehen habe, vom Winde abgelagert, nur dadurch kann ich mir den völligen Mangel an Steinen und die grosse Gleichartigkeit der Erdpartikelgrösse erklären". Die Geologie kennzeichnet den Lössboden als eine durch den Wind abgelagerte Erdschicht, und die Geologen behaupten, dass er von den Moränen der Eiszeit herrührt. Als sich die Gletscher am Schluss der Eiszeit zurückzogen, erschien nämlich die obere Schicht der allmählich hervorkommenden Erdmassen, feingemahlen durch den Druck und das Schneiden des Eises, und später wurde diese staubartige Erde in trockenem Zustande vom Winde weggeführt, und wieder in den Ebenen, auf den Gebirgsabhängen und in den Tälern abgelagert. Es liegt nahe zu fragen, warum sich denn nicht überall dort Löss gebildet hat, wo die Eiszeit herrschte. Die Geologie gibt aber, soweit mir bekannt, keine Antwort auf diese Frage. Aber es ist doch einleuchtend, dass auf einem kleinem Gebiet, das isoliert im Meere liegt, keine Lössbildung stattfinden kann, weil die Feinerde vom Lande dann weggeführt würde, ehe eine Ablagerung stattfinden könnte. Auf Veranlassung der dänischen Regierung fuhr ich 1918 nach den Färöerinseln, um ein Gutachten über die Bedingungen für Waldbau abzugeben. Auf vielen Stellen wurden Bodenuntersuchungen durchgeführt: es zeigte sich aber, dass der Boden dort nichts Gemeinschaftliches mit dem hiesigen (isländischen) hat. Dort ist überall wirklicher Humus, die Schicht meistens sehr dünn, und unmittelbar unter der Humusschicht hat der Boden den Charakter der festen, steinigen Moräne. Die Gesteinsart dort ist dieselbe wie hier, nämlich Basalt, und die Formationen sind den isländischen sehr ähnlich.

Der isländische vegetationstragende Boden wurde in Copenhagen sowohl chemischen als mechanischen Analysen unterworfen. Der Geologe, der die mechanischen Analysen machte, erklärte, dass es sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden liesse, ob die Ablagerung eine alluviale oder äolische wäre. Er fand, dass die Erdpartikel etwas grösser waren, als bei Luftsedimenten im allgemeinen, bemerkte aber, dass dies wegen der geringen Entfernung zwischen Entstehungs- und Ablagerungsgebiet herrühren könne. Auf Island war in der Tat diese Entfernung nur klein, denn das Gebirgs- und Gletscherland ist sehr gross im Verhältniss zum Tieflande, das wie ein verhältnissmässig schmaler Ring um das innere Hochland liegt.

Ich besitze nunmehr eine eingehende Kenntnis von Island. Meine Arbeit hat mich in fast alle Gegenden der Insel geführt, und ich kann bestätigen, dass der vegetationstragende Boden überall denselben Charakter hat. Er kann mehr oder weniger lehmig und mehr oder weniger eisenhaltig sein, aber physisch gesehen ist er überall derselbe. Es kann mit vollständiger Sicherheit behauptet werden, dass wir uns hier in einer der Lössregionen der Erde befinden. Später ist dies von dem schwedischen Geologen Carl Samuelsson bestätigt worden. Er bereiste 1925 einen grösseren Teil des Landes, und erwähnt in seinem Buch auch Island. (Carl Samuelsson: „Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen" Uppsala 1926).

Der Löss ist hier meistens auf Geröll und Flugsand, selten auf Felsgrund abgelagert. Die Dicke der Schicht ist sehr verschieden, von 0,3 bis über 2 Meter. Er ist feinkörnig, fast wie Cement, und fest abgelagert wie der Schnee in Schneewehen, aber weit fester, weil das Material viel schwerer ist als Schnee. Die Farbe ist kaffee- oder kastanienbraun. Ein solcher Boden muss notwendigerweise, in Bezug auf Wassergehalt, eine besondere Stellung einnehmen. Die feine Konsistenz und die feste Ablagerung gibt ihm grosse Dichtigkeit. Die Niederschläge können nur bis zu geringer Tiefe herabsickern. Bei anhaltendem Regen bildet sich an der Oberfläche schnell ein lehmiger Brei, aber unter dieser breiartigen Schicht, wo sich die mechanische Wirkung des Regens nicht geltend macht, sickert das Wasser nur sehr sparsam und sehr langsam herab. Wenn es nach mehr als 24 Stunden anhaltendem Regen wieder Sonnenschein gibt, ist alles in 3—4 Stunden krachdürr.

Die verschiedenartigen Schichten des gewöhnlichen Bodens ermöglichen immer die Bildung eines mehr oder weniger tiefliegenden Grundwasserspiegels. Dort wo dieser in einer für die Vegetation zweckmässigen Tiefe, 0,75—1,5 Meter, liegt, wird in der über demselben liegenden Bodenschicht eine Wasserzirkulation, oder eine Wechselwirkung der Niederschläge und der Verdampfung, erzeugt. Bei trockener Witterung steigt Feuchtigkeit von dem Grundwasserspiegel nach der Oberfläche, und zur Regenzeit sickert Wasser von der Oberfläche nach dem Grundwasserspiegel. Ein russischer Forstmann, G. Vysocky, hat, sehr be-

zeichnend, dies zirkulierende Wasser „Das Blut des Bodens" genannt, denn aus demselben holt die Vegetation ihre Nahrung.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Boden ist der Löss vollkommen gleichartig, und somit sind die Bedingungen für die Bildung eines Grundwasserspiegels verschwunden, selbst wenn die Niederschläge noch so tief herabsickern könnten, und wenn die Lössschicht sehr dünn, und die Unterlage derselben wasserleitend wäre, dann würde diese Feuchtigkeit der Vegetation nur dann zu Gute kommen können, wenn die Wurzeln durch die Lössschicht bis ans Wasser dringen könnten, denn zufolge der Dichtigkeit muss die Kapillarität des Lössbodens gleich Null oder sehr unbedeutend sein, so dass sie keine Rolle spielt. Der Lössboden hat deshalb kein zirkulierendes Wasser. Früh im Frühling, kann hier im Lande der Lössboden durch das Schneewasser und durch reichliche Niederschläge bis in grössere Tiefen benetzt werden, die Feuchtigkeit aber verdampft schnell, und sie hat keine Quelle zur Erneuerung von unten. Später, in der Wachstumsperiode, wird der Boden in so geringer Tiefe benetzt, dass nur kräuterartige Vegetation, ausser Bäumen und Stäuchern mit sehr flachliegenden Wurzeln, die Niederschläge ausnützen und sich entwickeln können.

Aus den Berichten aus der Zeit des ersten Ansiedlungen, die vor über 1000 Jahren stattfanden, ergibt sich, dass die Bergabhänge und das Tiefland damals fast überall mit Wald bedeckt waren. Sogar heutzutage ist es für den Waldkundigen nicht schwer zu erkennen, dass die Berichte hier richtig sind. Die einzige waldbildende Baumart ist die Birke *(Betula odorata)*, und zerstreut in den Birkenwäldern wachsen Vogelbeerbäume *(Sorbus aucuparia)* und Weiden *(Salix phyllicifolia)*. Wahrscheinlich hat auch die Zitterespe der isländischen Pflanzenwelt angehört, wenigstens existiert ein einzelnes Gebüsch, von einer Ausdehnung ca 0,10 Hektar, deren Sprosse nicht viel höher als wohlgewachsenes Heidekraut sind. In vielen Gegenden sind auch Wachholder *(Juniperus communis repens)*.

Das Forstwesen hier wurde um 1900 gegründet. Im Anfang wurde sehr viel Gewicht darauf gelegt, ausländische Baumarten einzuführen. Sowohl in Wäldern, als auch auf freiem Felde, wurden kleine Areale eingezäunt, und mit solchen Pflanzen, die anderswo bei kaltem Klima gut gedeihen, angepflanzt. Die Versuche umfassten sowohl Laub- als Nadelhölzer, und viele von diesen

Pflanzen wurden auch in damals schon anwesenden Gärten gesteckt. Das Anpflanzen wurden ohne vorhergehende Bodenbearbeitung durchgeführt, aber selbstverständlich war in den Gärten der Boden schon früher tief umgegraben und gedüngt worden. Nach wenigen Jahren zeigte sich eine seltsame Erscheinung. Die in den Gärten stehenden Pflanzen gediehen vorzüglich, in den Versuchsfeldern dagegen machten sie gar keine Fortschritte. Ich verstand die Ursachen dieser Stagnation nicht, konnte mich aber schnell überzeugen, dass sie nicht auf Mangel an Schutz zurückzuführen war, denn in den Wäldern standen die Pflanzen noch geschützter als in den Gärten. In einem Walde des östlichen Teils der Insel wurden 1906 einige kleine Pflanzen von Vogelbeerbäumen gepflanzt, wo sich kein Wind rührte. Heute, nach 24 Jahren, leben sie noch, sind aber nicht grösser als damals.

Ich verstehe nun, dass die Ursache der Stagnation in dem eigenartigen Boden liegt. Im tief umgegrabenen und gedüngten Boden der Gärten bekamen die Pflanzen die für ihre Entwickelung notwendige Feuchtigkeit, aber in dem unbearbeiteten, wenig gelockerten Löss mussten sie, aus Mangel an Wasser, entweder stagnieren oder zu Grunde gehen. Die Feststellung, dass der Boden auf grasbewachsenem Grunde unmittelbar unter dem Rasen nach langdauerndem Regen „krachdürr" war, in Verbindung mit der obenerwähnten Erscheinung, enthüllte mir die Wahrheit.

Es waren grosse Erwartungen an diese Versuchspflanzungen gestellt, und es lag auch kein Grund vor, zu glauben, dass sie nicht gelingen würden. In Skandinavien bilden sowohl Birke als Fichte und Kiefer recht hochgewachsene Wälder, dort wo die Mitteltemperatur im Sommer beträchtlich niedriger ist als im isländischen Tieflande, aber entsprechend dem obenerwähnten, sind hier keine immergrünen Nadelbäume, weil diese an die Bodenfeuchtigkeit grössere Ansprüche machen als die Laubhölzer, sondern nur Laubhölzer mit flachliegendem Wurzelnetz. Wie bekannt, liegt das Wurzelnetz der Zitterespe sehr flach, und dehnt sich weit aus. Ich glaube, dass das obenerwähnte Gebüsch ein Rest der Vegetation ist. Es scheint sonderbar, dass sie fast vollständig verschwinden konnte, es lässt sich aber doch vielleicht erklären. Ich hielt mich sechs Jahre in Russland auf, und fuhr weit umher in den nordrussischen Urwäldern. Dort ist die Zitterespe sehr verbreitet, aber ich habe nie reine Bestände derselben gefunden. Sie war unter den anderen Baumarten zerstreut, wahr

scheinlich, weil sie Überschattung nur schlecht erträgt. Wahrscheinlich ist sie auch in den isländischen Urwäldern nur zerstreut vorgekommen, und die Anzahl der Individuen deshalb nur gering gewesen. Wenn man berücksichtigt, dass sie durch die Weidetiere sehr geschädigt wird, weil ihre Blätter und die jungen Sprosse besonders saftig sind, wird es verständlich, dass sie früh zu Grunde gehen musste. Von anderer Seite wird behauptet, dass die Zitterespe in den schwedischen Urwäldern nicht selten Waldungen bildet.

Die Geologen behaupten, dass der Boden in drei von den grossen waldlosen Regionen der Erde, den Pampas in Südamerika und den Prärien in Nordamerika, eine Lössbildung ist. Wenn dies richtig ist, und man es mit den hiesigen Erfahrungen vergleicht, dann wird es verständlich, dass dort, wo der Sommer lang und heiss ist, auf Lössboden kein Wald gedeihen kann, weil dieser Boden für eine Vegetation mit tiefliegendem Wurzelnetz zu trocken ist. Nur dort, wo ein kühler Sommer vorherrscht, können auf Löss einige Laubhölzer mit flachliegendem Wurzelnetz Wald bilden. Mit anderen Worten: Der Lössboden ist ungünstig für die Waldvegetation (und begrenzt ihre Verbreitung den klimatischen Verhältnissen gemäss).

Die russische Steppenregion; eine Theorie ihrer Entstehung.

Durch die nachfolgenden Mitteilungen über die russische Steppenregion will ich versuchen, meine Behauptungen zu begründen. Ich hielt mich in Russland sechs Jahre auf, und bin dort weit umhergereist. Ich hatte vom dänischen Forstverein den Auftrag erhalten, Auszüge aus dem Organ des Petersburg'schen Forstvereins (Лѣсной Журналъ) auszuarbeiten. Unter den Abhandlungen, die ich übersetzte, war eine mit dem Titel: „Über die Bedingungen für Waldbau und Waldanlagen in den Steppen des europäischen Russlands" (С. Петербургъ, 1907). Der Verfasser war der obengenannte G. Vysocky. Sie war sehr interessant und gut geschrieben, und enthiehlt eine ausführliche Beschreibung des Terrains und der Bodenverhältnisse in den Steppen, sowie auch der dortigen Waldbauversuche der Regierung. Ich war damals in Bodenuntersuchungen sehr geübt, und begriff schnell, dass der Steppenboden nichts Gemeinschaftliches mit irgend einer

mir bekannten Bodenart haben könne. Oft war von Erdklüften gesprochen, ich konnte mir aber keinen Boden vorstellen, der solche Bildungen in den Ebenen ermöglichte. Ein anderes Phänomen aus den Steppengegenden, das von einem anderen Verfasser erwähnt war, „Trockener Nebel" („ Сухой туманъ "), war mir auch völlig unbekannt. Soweit ich weiss, wird das Phänomen in Deutschland „Sonnenrauch" genannt. Später, als ich mit dem Terrain und den Bodenverhältnissen von Island vertraut worden war, wurde mir alles, was ich von den Steppen her kannte, leicht verständlich, denn hier hat man in der Tat ein Bild der Steppenlandschaft in verjüngten Maszstabe vor sich. Hier sind Erdklüfte wie in den Steppen, nur sind sie dort viel länger, breiter und tiefer. Keine Bodenart hat nämlich der Einwirkung des Wassers gegenüber ein so geringes Widerstandsvermögen, wie der Löss. Wird ein kleiner Graben, sogar mit geringstem Gefälle, in tiefem Löss gezogen, dann schneidet sich das Wasser in unglaublich kurzer Zeit bis an die feste Unterlage hinunter, die Böschungen stürzen ein, und sich selbst überlassen, würde der Graben mit der Zeit unvermeidlich in eine Erdkluft verwandelt werden. Auch die „trockenen Nebel" treten hier auf und werden „Mistur" genannt. Sie entstehen bei trockenem Wetter, und sogar durch schwachen Wind, dort wo der Löss gar keine, oder nur eine zerstreute Vegatation trägt.

In einer früheren Abhandlung stellt Vysocky eine Theorie über die Entstehung der Steppen auf. „Wir wissen" sagt er, „dass ein Teil des Steppengebiets während der Eiszeit von zwei grossen Gletschern bedeckt war, dem Dnjeprschen, der sich bis an den Nebenfluss des Dnjeprs, den Orel, erstreckte und dem Donschen, dessen Südgrenze bei Mjedvjediza, einem Nebenfluss des Don, lag. Damals breitete sich das grosse Aral-kaspische Meer östlich von den hohen Abhängen des östlichen Wolgaufers und östlich von den Höhenzügen von Jergena und Stavropol, gegen Norden ging es erst in Brackwasser-, dann in Süsswasserbassins über, die nach Süden vorrückten, als sich das Meer zurückzog, um später wieder nach Norden zu weichen, als das Meer aufs neue heranschwoll. Im Süden war auch ein Meer, das sich durch das Tal des Flusses Manitscha mit dem Aral-kaspischen Meere vereinigte. Aber was befand sich zwischen den Meeren und den Gletschern? Man muss annehmen, dass dort eine Tundra, oder eine ähnliche mit kräuterartiger Vegetation bewachsene Ebene lag,

und vielleicht waren dort auch einzelne Waldoasen auf besonders hochliegenden Stellen, aber der grösste Teil der reichen Waldvegetation der Tertiärzeit muss damals zu Grunde gegangen sein. Als das Meer sich zurückzog und die Gletscher abschmolzen, wurde die vegetationslose Erdoberfläche der unmittelbaren Einwirkung des Windes ausgesetzt, und dieser konnte dann, begünstigt durch das trockene Klima, das zu der Zeit geherrscht haben soll, alle staubfeine Erde hunderte von Meilen wegtragen, während die mehr oder weniger grobkörnigen und lehmigen Bodenarten zurückblieben. Ein Teil der staubfeinen Erde wurde vom Nordwinde auf die rasenbedeckte Tundraebene geführt und bildete die Erdschichten, die heutzutage den Steppenbodem ausmachen.

Nach dem vollständigen Verschwinden der Gletscher, oder vielleicht etwas früher, rückte der Wald, hauptsächlich von Osten und Westen, von Sibirien und Europa heran, und eroberte das Terrain auf den abgewehten Landstrecken, wo die gröbere Konsistenz des Bodens und daraus folgende grössere Porosität desselben, in Verbindung mit dem feuchteren Klima, den Baumwuchs begünstigte, während die vom Winde abgelagerten Erdschichten, die eine festere Konsistenz erhielten, und nach einem südlicheren Himmelsstrich geführt wurden, wo ein heisses, trockenes Klima bessere Bedingungen für eine kräuterartige Vegetation gewährten, nach und nach den Charakter der Steppe annahmen. Aber auf einem so riesigen Areal wie die Steppenregion, werden sowohl an den Grenzen wie auch im Innern immer weite Landstrecken vorkommen, wo der Boden einer baumartigen wie einer kräuterartigen Vegetation im gleichen Grade entspricht, und wo deshalb bald der Wald, bald die Steppenvegetation von rein temporären klimatischen Schwankungen abhängig ist. Auf der Grenze der zwei Vegetationsgebiete wird deshalb ein ständiger Kampf stattfinden, wodurch der Übergang nicht schroff, sondern, wie alles in der Natur, unregelmässig und allmählich auftritt".

In der früher erwähnten Abhandlung: „Über die Bedingungen für Waldwachstum u. s. w." legt V y s o c k y seine Ansichten inbetreff der Ursache des Mangels an Wäldern in der Steppe dar, und spricht unter anderem folgendes: „Wenn wir eine Linie von der Gegend von Kiew über Orel und Kasan nach Jekaterinenburg ziehen, dann wird das europäische Russland in zwei Teile geteilt: der nördliche, feuchte, ursprünglich ganz mit Wald bedeckte, und der südliche, trockene, ursprünglich zum grössten

Teil Steppe. Eine solche Teilung ist durch seine klimatischen Unterschiede begründet, der sich dadurch zeigt, dass der durchschnittliche, jährliche Totalniederschlag in der nördlichen Hälfte grösser ist als die durchschnittliche jährliche Verdampfung; in der südlichen Hälfte aber übersteigt die Verdampfung die durchschittlichen Niederschläge. Je mehr man sich von dieser Linie in nördlicher und westlicher Richtung entfernt, desto grösser wird der Niederschlag im Verhältniss zur Verdampfung, d. h. desto feuchter ist das Klima, aber je mehr man sich von derselben nach Süden und Osten entfernt (fast bis an die Ausläufer der Gebirgsgegenden von Krim und Kaukasus), um so mehr übersteigt die Verdampfung den Niedersenlag, d. h. desto trockener ist das Klima. Je trockener das Klima ist, desto seltener kommt der Wald vor. Die Waldungen verengen sich und sind nur auf dem höchsten Teil der Wasserscheiden, in den Flusstälern, längs dem Rande der Erdklüfte, und auf dem oberen weniger steilen Teil der Böschungen derselben, und überhaupt auf den mehr porösen. weniger hygroskopischen und besser ausgespültem Erdboden, dem sandigen und steinigen, zu finden. In den am meisten trockenen Gegenden, die hauptsächlich zwei Landstrecken einnehmen, nämlich: das Tiefland am kaspischen Meere und den gebirgslosen Teil der Krim, samt dem Tieflande längs des Schwarzen Meeres vom nordwestlichen Ufer des azowschen Meeres bis an das Donaudelta, existiert so gut wie keine bedeutende Waldung oder waldähnlicher Baumwuchs, mit Ausnahme der Areale, die unter dem Einfluss der Flüsse stehen.

Schon das hier skizzierte zeigt, dass zwischen der Feuchtigkeit und der Lage der Gegend einerseits und der Möglichkeit für das Gedeihen des Waldes andererseits ein gewisser Zusammenhang besteht, und auch, dass das Gleichgewicht zwischen dem durchschnittlichem, jährlichem Niederschlag und der Verdampfung die Grenze der klimatischen Zone feststellt, eine Grenze, wo die Bildung einer Baumvegetation in Form weitausgedehnter Waldungen stattfinden kann, mit Ausnahme der Areale, deren Bodenfeuchtigkeit unter dem Einfluss der Wasserläufe steht. Nur auf Landstrecken, die von Bodenarten mit geringer Hygroskopizität (sandigen oder auch zum Teil steinigen) bedeckt sind, ist eine Bildung von Waldungen (in beschränkter Ausdehnung) in einem mehr trockenen Klima, möglich.

Ausser der direkten Bedeutung, welche der Mangel an Feuchtigkeit oder, mit anderen Worten, die Trockenheit des Klimas, für die Begrenzung der Bildung grösserer Waldungen in den

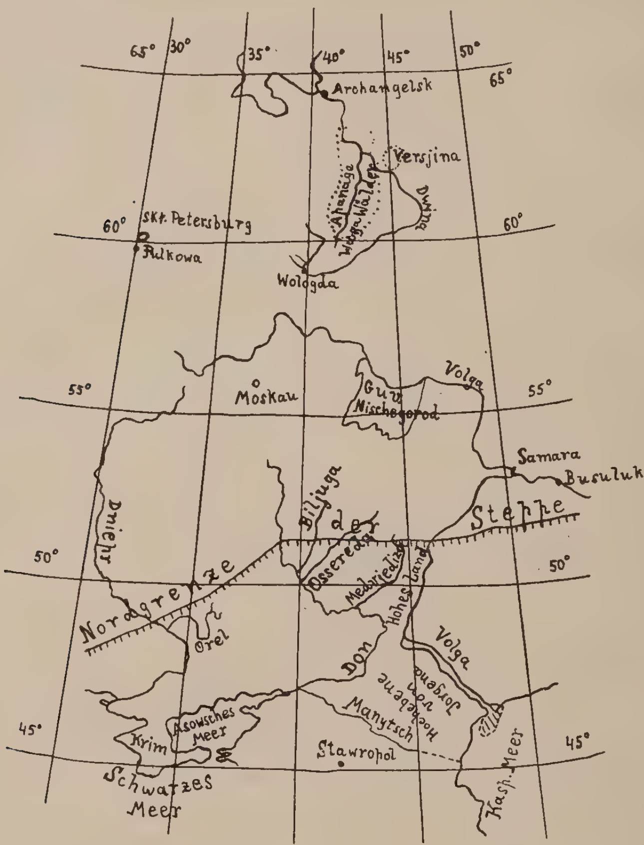


Fig. 51.

Steppen hat, gibt es noch eine indirekte Ursache dafür, dass der grösste Teil des Steppenbodens für Baumwuchs nicht geeignet ist. Diese indirekte hydrologische Ursache zeigt sich darin, dass im Steppenboden eine Anhäufung von Salzen stattfindet, weil zu wenig Wasser für die Auslaugung der oberen Bodenschicht zugeführt wird. Wenn das Klima feuchter wäre, d. h. die Niederschläge reichlicher und die Verdampfung geringer, dann würde der Steppenboden besser ausgelaugt werden, und die Anhäufung der für die

Baumvegetation schädlichen Salze (hauptsächlich Soda, dann Kochsalz und endlich alkalische Sulfate) nur unbedeutend sein.

Dass diese Trockenheit des Klimas nicht einzig auf dem Gesamtniederschlag beruht, sondern auch in nicht geringem Masse auf Faktoren wie Temperatur, Windstärke und Luftfeuchtigkeit, die alle auf die Intensität der Verdampfung Einfluss haben, sehen wir daraus, dass in der nördlichen Hälfte, d. i. nördlich der Linie Kiew — Jekaterinenburg, Gegenden sind, wo der Niederschlag geringer ist als in einigen typischen Steppengegenden, aber nicht desto weniger wächst dort dichter und hoher Wald".

Die Theorie Vysocky's von der Entstehung der Steppe ist in der Hauptsache sicher richtig, aber seine Folgerungen hinsichtlich des Mangels an Wäldern in derselben sind es augenscheinlich nicht. Er ist also der Meinung, dass das Klima und nicht der Boden an dem Mangel an Wäldern schuld ist, aber aus dem oben Zitierten geht hervor, dass der eigentümliche Boden denselben hervorgerufen hat.

Die Weise, in welcher die Waldvegetation innerhalb des Steppengebiets verteilt ist, und der Charakter und die Richtung der Steppengrenze beweisen, dass:

1) der Steppenboden eine äolische Bildung ist,

2) die Baumvegetation auf diesen Breitengraden den Lössboden meidet,

3) die Stürme, die den Steppenboden herbeigetragen und abgelagert haben, nicht vom Norden, sondern vom Osten kamen.

Stellen wir uns eine Landschaft wie die der Steppen vor, deren Höhe über dem Meeresspiegel, wie es hier tätsächlich der Fall ist, nicht so viel variert, dass dadurch das Klima bedeutend beeinflusst würde: Sie enthält verschiedene Terrainformen; die Hochebenen mit den Wasserscheiden senken sich nach allen Seiten, und gehen an einigen Orten in weitausgedehnte Ebenen, an anderen in wellenförmiges Gelände mit mächtigen Höhenzügen über. Die Landschaft ist von mehr oder weniger breiten Flusstälern durchschnitten, und enthält zahlreiche, durch die Einwirkung des Wassers gebildete Erdklüfte, die in die Flusstäler und die kleinen Niederungen ausmünden, indem das Wasser sich durch den Lössboden dorthin gearbeitet hat.

Stellen wir uns vor wie diese Landschaft aussieht, wenn ein lang andauernder Schneesturm über dieselbe hinweggetobt hat,

und nachher ein anhaltender Frost folgte, von anderen Stürmen verursacht, die aber keine Niederschläge mit sich führten, so erhalten wir ein Bild, das man hier im Lande oft vor Augen hat.

Auf den Plateau's der Wasserscheiden und den Höhenzügen, wo die Erdoberfläche ganz eben ist, liegt kein Schnee. Wo dieselbe mit grösseren Steinen überstreut ist, liegen, wo die Steine Schutz gewährten, kleine Schneehaufen. Wenn man von diesen Stellen nach unten geht, wird der Schnee allmählich tiefer, und ist am tiefsten dort, wo das schräge Terrain in die Ebenen übergeht. Auf den letzteren ist der Schnee so ziemlich gleich tief, aber wenn man an eine kleine Anhöhe anlangt, oder sich einer Erdkluft nähert, dann wird der Schnee sofort weniger tief, und oft ist ein Streifen längs der Erdkluft, und der obere weniger steile Teil der Böschung, ganz schneefrei. Weiter nach unten liegt auf der Böschung der Kluft Schnee, aber derselbe ist hier locker, weil er. der geschützten Lage wegen, sanft fiel.

Die Ablagerung des vom Winde getragenen Staubes muss mit der des Schnees ganz analog sein, denn sie wurden beide in derselben Weise herbeigeführt. Die Stürme, die die Erdschicht der Steppen ablagerten, waren zweifellos starke und langandauernde, denn sie mussten die Erdpartikeln weit mit sich tragen. In den Steppen toben starke Stürme aus allen Himmelsrichtungen, und nach den staubtragenden Stürmen folgten andere, die aber keinen Staub mit sich führten. Von diesen letzteren wurde der Löss von den Plateaus der Wasserscheiden und den Höhenzügen, längs den Erdklüften und deren oberen Teil, den Böschungen, wieder weggefegt. Unten in den Erdklüften war der Löss, ebenso wie der Schnee, locker. Frühlingsschneewasser und Regengüsse konnten ihn deshalb schnell in die Kluft hinabreissen und nach den Flüssen führen; hier aber konnte der Wald, der grossen Abschüssigkeit wegen, nicht Wurzeln fassen, und auch hinderte ihn das aus den tieferen Erdschichten heraussickernde Wasser daran.

Im ersten Teil der postglacialen Periode, in welcher diese Ablagerungen stattfanden, ist der Wasserstand sicher viel höher gewesen als später. Als die Flüsse sich nach Abschluss der Ablagerungen von dem höher liegendem Teil der Täler zurückzogen, kamen Landstrecken hervor, die keinen Löss trugen.

Der Aussage des russischen Verfassers zufolge, findet man innerhalb des Steppengebietes den Wald nur auf dem höchsten Teil der Plateaus der Wasserscheiden und der Höhenzüge, längs

dem Rande der Erdklüfte und auf dem oberen weniger steilen Teil der Abhänge (Böschungen), in den Flusstälern, und überhaupt auf den mit sandigem und steinigem Boden bedeckten Landstrecken, mit anderen Worten: Dort wo kein Lössboden war, konnte der Wald das Terrain erobern, aber vor dem Lössboden musste er Halt machen.

Dort wo der Rand der Schneewolke vorbeiging, liegt der Schnee fleckenweise. Nahe dem mehr oder weniger gewundenen Rand der zusammenhängenden Schneedecke liegen grössere Flecken dicht aneinander, weiter von demselben entfernt werden sie kleiner und mehr verstreut, zuletzt liegen nur vereinzelte Schneeflecken und dann folgt schneeloses Terrain. Der Übergang vom Walde zur Steppe geschieht nicht in der Weise, dass der Wald allmählich niedriger wird, um zuletzt in Gebüsch verwandelt, der Steppe zu weichen. Der Wald behält bis an den Rand seine volle Höhe, nur wird er, wenn man sich der Steppe nähert, weniger dicht und streckt sich zungenförmig in die Steppe hinaus. Längs dem Waldsaume stehen vereinzelte Bäume und schliesslich ist die Steppe alleinherrschend. Die Grenze zwischen Wald und Steppe hat von Osten ausgehend erst die Richtung O—W, dann NO—SW, und ihr Charakter deutet darauf hin, dass der Rand der Staubwolke in dieser Gegend vorbeiging und den Löss hier platzweise ablagerte. Im Süden haben die Meere die Grenze festgesetzt. Es ist unverständlich, weshalb die Steppe gerade an dieser Stelle aufhören sollte, wenn die Stürme aus dem Norden ihre Erdschichten, die sie aus den sich stets zurückziehenden Gletschern mitführten, ablagerten. Wahrscheinlich hätte sie sich dann bis zu den Breitengraden erstreckt, wo ein ähnlich kühler Sommer herrscht, wie hier. Geht man dagegen davon aus, dass die staubführenden Stürme vom Osten kamen, dann scheint dies natürlich, weil das hohe Uralgebirge verhinderte, dass die Staubwolken weiter nach Norden geführt wurden.

Resultate der Waldbauversuche in den Steppen und auf Island.

Vysocky teilt den Steppenboden in drei Klassen:

1) Günstig für Waldwuchs, in der Tat also nicht Steppenboden.

2) von zweifelhafter Günstigkeit für Waldwuchs, hierher gehört die schwarze Erde, die wegen ihrer Fruchtbarkeit so berühmt ist,

3) Ungünstig für Waldwuchs.

Dort, wo der ungünstige Boden alleinherrschend ist, gibt er die Niederschläge zu $^1/_3$ der Verdampfung an. In ihm hat immer eine grössere oder geringere Anhäufung von Salzen stattgefunden, und er ist bekannt als „der braune Boden der südlichen trockenen Steppen". Er ist entweder kastanien- oder schokoladenbraun. Sowohl der schwarze wie der braune Boden sind Lössarten. Der schwarze Boden, oder die schwarze Erde, deckt den nördlichen Teil des Steppengebietes, und hier sind die Niederschläge zu $^2/_3$ der Verdampfung angegeben.

Unter Anhäufung von Salzen versteht man eine durch fehlende Wasserzirkulation entstande Konzentration von Pflanzennährstoffen, wie auch von mehreren für die Vegetation schädlichen Stoffen (Salzen). Im Steppenboden gibt es eine Schicht, die „der tote Horizont" genannt wird. V y s o c k y gebraucht diese Benennung. Die oberhalb dieser Linie liegende Schicht steht unter dem Einfluss der Niederschläge, der Boden unterhalb derselben bleibt aber von den Niederschlägen vollständig unberührt. Oberhalb des „Horizontes" und in der unmittelbaren Nähe desselben muss also die Anhäufung von Salzen stattfinden. Es steht nichts im Wege durch Verdampfungsmesser festzustellen, ob ein Klima mehr oder weniger trocken ist, aber ein Resultat über die wirklichen Verhältnisse scheinen sie doch nicht anzugeben, denn da der Niederschlag, im weiteren Sinne des Wortes (Regen, Nebel und Tau), die einzige Quelle der Verdampfung ist, muss man annehmen, dass das Maximum der durchschnittlichen jährlichen Verdampfung nur eben so gross ist wie der Niederschlag oder geringer, weil ein Teil des Wassers doch fortläuft, ohne in der betreffenen Gegend zu verdampfen.

Betreffs der Waldbauversuche der russischen Regierung in den Steppen führt V y s o c k y folgendes an: „Was man in Russland im wirklichen Sinne des Wortes Waldbau in den Steppen nennt, umfasst die Anlage grösserer Waldungen, von einigen hunderten bis ca 1500 Hektar, dann Schutzmäntel und lebende Zäune längs der Eisenbahnen, um Schneeanhäufungen auf dem Bahnkörper vorzubeugen, zum grössten Teil auf Bodenarten von zweifelhafter Günstigkeit für Baumwuchs, z. B. Schwarzerde, und

kastanien- oder schokoladenbraune Erde, weiter trockene Hügelvorsprünge und Boden mit Anhäufung von Salzen. Nur in geringer Ausdehnung und zufällig hat man auch Areale mitgenommen, deren Boden für die Baumvegetation günstig war.

Demzufolge mussten auch die Kulturarbeiten in den Steppenrevieren unter dem Einflusse ungleicher topographischer und klimatischer Verhältnisse höchst verschiedene Resultate ergeben. Die Bedingungen werden dadurch noch ungleicher, da mannigfaltige, wissenschaftlich wenig begründete Theorien, in Betreff der Wahl von Baumarten und der Mischung derselben sich geltend machten, ja, es hat sogar auf diesem Gebiet eine vollkommene Planlosigkeit geherrscht. Trotzdem jedoch die Bedingungen anscheinend so ungleich waren, sehen wir gegenwärtig ein hinlänglich gleichartiges Resultat, nämlich dies, dass die erzeugten Waldungen (im Ganzen über 2000 ha) massenweise vertrockenen und absterben.

Es gibt offenbar 3 Hauptursachen dieser Misserfolge: a) dass der grösste Teil des Steppenbodens ursprünglich ungünstig für den Baumwuchs war, b) die auffällig guten Resultate der ersten Jahre, c) das Fehlen einer exakten wissenschaftlichen Grundlage für die Arbeit.

In den ersten Jahren wuchsen die jungen Pflanzen besonders schnell und zeigten eine kräftige Entwickelung. Als sie aber ein gewisses Alter erreichten, verschieden für die verschiedenen Abarten des Lössbodens, etwa 10—40 Jahre, fingen die Waldungen an schnell zu vertrockenen und abzusterben.

Dem hier Angeführten zufolge scheint es ein Absurd zu sein, das Klima als bestimmenden Faktor für die Verteilung des Waldes im Terrain anzusehen. Das Resultat der Waldbauversuche stellt auch das Klima in den Hintergrund, denn von Angriffen durch Pilze und Insekten, die sich auf den verwelkenden, halbeingegangenen Bäumen einfanden, war keine Reda. Wie sollten auch rein klimatische Faktoren verursachen können, dass die Waldvegetation plötzlich zu Grunde ging, nachdem sie 10—40 Jahre tadellos gediehen hatte.

In einem grossen gebirgslosen Lande auf diesen Breitengraden wäre es undenkbar, dass das Klima, sogar innerhalb eines viele Meilen breiten Landstriches, sich derart verändern sollte, dass es der Baunvegetation eine unüberwindliche Schranke setzen

könnte, und hier sehen wir ja Waldregion und Steppenregion unmittelber aneinander liegen.

Was die Anpflanzungen betrifft, die unmittelbar am Waldrande, auf der Linie Kiew-Jekaterinenburg vergenommen wurden, wäre es nun sinnlos dem Klima die Schuld an den unglücklichen Resultaten zuzuschreiben; dies tut Vysocky auch nicht

Die gewundene Waldgrenze war für das Forstwesen sehr unbequem. Sie war nicht leicht zu bewachen, und war bei Parzellierung auch unpraktisch. Infolgedessen, und auch um das Areal des in diesen Gegenden sehr kostbaren Waldes zu vergrössern, bewilligte die Regierung reichliche Mittel für das Anpflanzen der Steppenzungen, die sich in den Wald hineinstrecken. In den ersten Jahren wuchsen die Pflanzen ebenso wie auf den im Innern der Steppe liegenden Revieren sehr gut, aber als sie das kritische Alter erreichten, kam die Katastrophe, und die erzeugten eben geschlossenen jungen Waldungen fingen an zu vertrocknen und gingen schnell und volkommen zu Grunde. Dann zeigte sich die Steppe wieder in den sterbenden Waldungen genau so wie sie dort früher herrschte, mit ihren mehr oder weniger eigentümlichen Gräsern und anderen kräuterartigen Pflanzen. Von diesen Vorgängen teilt Vysocky folgendes mit:

„Genauere Untersuchungen bestätigten, dass der untief liegende Untergrund zu trocken war, um den Wurzeln die notwendige Feuchtigkeit zuzuführen, weil das Wasser durch die sehr hygroskopische Steppenerde zurückgehalten wurde. Bei oberflächlicher Betrachtung schien es unbegreiflich, dass die Waldungen hier zu Grunde gehen konnten, denn am Waldsaum wie in der Mitte der Steppenzungen standen Eichen, die von Samenanflug stammten, und eine bedeutende Grösse erreicht hatten. Bodenuntersuchungen zeigten indessen, dass alle diese Eichen dort standen, wo der Untergrund tiefer und das Grundwasser unter dem Einfluss eigentümlicher Terrainformen höher lag. Sie repräsentierten somit nur die spärlichen Überreste der eigenen, und wahrscheinlich sehr reichlichen Aussaat der Natur. Als Beweis dafür, dass eine Baumvegetation bedeutend mehr Feuchtigkeit als eine kräuterartige Vegetation fordert, kann angeführt werden, dass alte Eichen, die von den Anpflanzungen umgeben waren, ebenfalls vertrockneten und zu Grunde gingen, während sie früher, von der Steppenvegetation umgeben, gut gediehen".

Dieser Aufschluss ist der Wahrheit nahe, aber doch nicht ganz richtig. Es ist nicht schwierig, die wirkliche Ursache des Absterbens der Anpflanzungen und der Eichen darzulegen. Hier, am Rande der Steppenregion, wo die Lössschicht (die der Verfasser Steppenerde nennt) platzweise abgelagert wurde, muss sie auch verhältnissmässig dünn sein. Die Lössschicht war jedoch dick genug um vorzubeugen, dass die Niederschläge den Untergrund erreichten. Als die gepflanzten Bäume so gross wurden, dass ihr Wurzelnetz nicht hinlänglichen Raum im Löss fand, mussten sie aus Mangel an Wasser dort, wo sich die Wurzelspitzen befanden, zu Grunde gehen. Die Eichen standen alle dort, wo kein Löss war, und bideten selbst durch ihr Laub allmählich eine Humusschicht. Deshalb konnten die Niederschläge hier tiefer nach unten dringen und wieder mit normaler Langsamkeit verdampfen. Als sie nun gezwungen wurden, mit einer Vegetation zu konkurieren, die auch tiefliegende Wurzeln hatte, wurde die Bodenfeuchtigkeit auf diesen kleinen Flecken zu spärlich, und deshalb starben sowohl die gepflanzten Bäume als auch die alten Eichen.

Der Humus ist hygroskopisch, der Löss aber nicht. Nach einer oberflächlichen Bekanntschaft mit dem isländischen Löss bekam Prof. P r y t z den Eindruck, dass derselbe sehr hygroskopisch sein müsste und sagt folgendes: „Obgleich keine Untersuchung inbetreff des Porenvolumens der braunen isländischen Erde vorliegt, bezweifle ich doch nicht, dass dieses verhältnissmässig gross ist. Hiermit stimmt auch überein, dass der Boden sehr hygroskopisch ist und dass die Pflanzen leicht ausfrieren (im Frühling weicht er so sehr auf, dass die Wege fast unbefahrbar sind)".

Diese Folgerung ist aber nicht richtig. Die obere Schicht, die der mechanischen Wirkung des Regens ausgesetzt ist, wird schnell aufgeweicht, aber von der Oberfläche der nächsten Schicht, die vor der mechanischen Wirkung geschützt liegt, sickert das Wasser nur sehr spärlich und sehr langsam nach unten.

Der russische Verfasser behauptet jedoch, dass die Trokkenheit des Klimas, d. h. ungenügender Niederschlag in Verbindung mit starker Verdampfung, dem Mangel an Wald in den Steppen zu Grunde liegt, direkt dadurch, dass sie eine für die baumartige Vegetation allzugeringe Feuchtigkeit hervorruft, und indirekt, weil sie die genügende Ausspülung des Bodens verhindert, und dadurch eine Anhäufung von Salzen, die für die Vege-

tation schädlich sind, (Chloriden, Sulfaten und Karbonaten, hauptsächlich alkalischen) ermöglicht.

Wie früher erwähnt, ist er der Ansicht, dass die Steppenerde unter dem Einfluss eines feuchteren Klimas ihre für die Waldvegetation ungünstigen Eigenheiten verlieren würde. Die Erfahrungen in Island aber beweisen etwas anderes. Ich bin überzeugt, dass, wenn auch die Niederschläge in einer Lössregion so reichlich wären wie irgendwo auf der Erde, diese Bodenart trotzdem für jede Baumvegetation stets gleich ungünstig verbleiben würde.

Schon seit mehreren Jahren hatten wir in den hiesigen Pflanzenschulen erstklassiges Material von isländischen Birken und Vogelbeerbaumpflanzen (*Sorbus aucuparia islandica*) zur Verfügung. Aber a u s s e r h a l b der Gärten haben Anlagen mit diesen Pflanzen ein trauriges Resultat ergeben. Auf der südlichen Hälfte Islands kann der Sommer ausnahmsweise so regnerisch sein, dass die niederschlagslosen Tage verhältnissmässig selten werden, und die Niederschläge sind gerade deshalb fähig besonders tief nach unten zu dringen, weil sie zum grössten Teil als feiner Regen und Staubregen fallen.

Doch zeigen diese Pflanzen sogar in einem solchen Sommer, dass sie an Wassermangel leiden, natürlich weniger als in einem normalen Sommer, jedoch derart, dass man sich nicht täuschen kann. Mehrere Pflanzen trocknen bis an die Wurzeln ein; dann schiessen oft aus denselben ein oder mehrere Sprosse, die die Bildung feiner, nahe an der Oberfläche liegender Wurzeln hervorrufen, und mittels dieser neuen Wurzeln können die Sprosse das Wachstum fortsetzen. Alle Pflanzen stocken lange Zeit; es ist leicht zu sehen, dass man keine Fortschritte erwarten kann, bevor die Bildung neuer flachliegender Wurzeln stattgefunden hat. Dies erklärt sich dadurch, dass die Form des Wurzelnetzes durch das Anpflanzen verändert wird. Der Steckling wird wie ein Besen in die Erde gesteckt, und kommt somit tiefer zu liegen als ursprünglich. Dies schadet nicht im gewöhnlichen Boden, im Löss aber wird es verhängnissvoll. Diesem Mangel lässt sich vielleicht dadurch abhelfen, dass man eine oder mehrere Wurzeln nahe der Oberfläche anbringt, jedoch ist es schwer, die Pflanzen genügend zu befestigen. Die Arbeit würde langsam vor sich gehen, und somit auch sehr kostspielig sein. Schliesslich kommt dazu, dass das Auffrieren im Löss sehr intensiv ist, und um die

Pflanzen genügend zu befestigen, muss man beiderseits derselben Rasenstücke fest niedertreten, selbst wenn die Arbeit auf gewöhnliche Weise vorgenommen wird. Meiner Ansicht nach sind deshalb Waldanlagen durch Anpflanzen, d. h. Anpflanzen im grossen Stil, hier ausgeschlossen.

Wenn die Niederschläge in einer Lössregion um ein Vielfaches häufiger sein würden, dann würde dies nur zur Folge haben, dass das Wasser oben abliefe oder sich in Pfützen sammelte, um dort zu verdampfen. Wenn ein mit Löss bedecktes Areal so gross ist, dass es mit Recht eine Region genannt werden kann, dann wird der Löss verursachen, dass die Luft über demselben immer sehr trocken sein wird, denn auf diesem Boden kann die Lufteuchtigkeit nicht durch eine gleichmässige langsame Verdampfung zwischen den Regenperioden reguliert werden, wie auf einem Boden vom gewöhnlichen Charakter. Deshalb, aber auch nur aus diesem Grunde, ist es berechtigt, die Linie Kiev - Jekaterinenburg als eine klimatische Teilungslinie zu bezeichnen.

Es ist ganz merkwürdig, dass die Luft auf dem Südlande Islands so trocken ist, wie man es festgestellt hat, obgleich die Niederschläge immer häufig sind, sowohl im Winter als auch im Sommer. Die Erklärung liegt wohl darin, dass wir uns hier in einer Lössregion befinden.

Unter den ausländischen hier auserprobten Baumarten nimmt die Lärche (*Larix sibirica*) eine besondere Stellung ein. Sie wächst derart besser als alle anderen Arten, sodass man annehmen dürfte, dass sie anscheinend bei einem Minimum von Bodenfeuchtigkeit gedeihen könne. Den Grund dafür kann ich nicht angeben, denn wie bekannt, hat sie ein tiefgehendes Wurzelsystem (Pfahlwurzel). Hier zu Lande könnte *Larix sibirica* gedeihen, und in den Steppen würde es sich vielleicht lohnen, *Larix leptolepis* anzubauen. Sie wuchs sehr langsam und dort, wo sie zuerst 1903 in rohe Erde gepflanzt wurde, ist sie nur 4 m. hoch.

Ich finde mich veranlasst hier eine Äusserung in betreff des Mangels an Wald in den Steppen zu zitieren. Sie stand in der Waldbaulehre, als ich an der Forstakademie zu Kopenhagen studierte. Der Verfasser spricht von den zwei Waldregionen, der nord europäischen und der mitteleuropäischen, und beschreibt, wie die Ostgrenze der letzteren von Südskandinavien längs den Isothermen nach Süden geht, und wie diese Waldregion sich dann über

das südeuropäische Gebirge ausbreitet und mit einer Zunge durch Kleinasien nach Nordpersien geht. Nachher sagt er: „Die nordeuropäische Waldregion stösst nicht, wie bei uns, überall unmittelbar an die mitteleuropäische. In Mittel- und Südrussland werden sie durch das ungeheure Steppengebiet getrennt, das sich von Mittelasien durch Südrussland fast bis nach Galizien erstreckt. Hier setzen die gewaltigen Temperaturschwankungen, die harten Winter und die trockenen Sommer jeder baumartigen Vegetation unüberwindliche Schranken, mit Ausnahme der geschützten Flusstäler. (Nur die Klüfte bleiben von den ständigen Nachtfrösten verschont, und ihnen ist zu verdanken, dass z. B. die Hochebene, das Kosakkenland, 2% Wald hat. Absolut waldlos ist nur ein geringer Teil des südöstlichen Russlands). Es sind also die meteorologischen Verhältnisse, die wie ein ungeheuerer Meerbusen, die Waldzonen trennen".

Island beweist, dass dies nicht richtig sein kann. Wenn es irgendwo auf der Erde gewaltige Temperaturschwankungen gibt, dann muss es hier sein. Auf dem Nordlande Islands wenigstens, ist der Winter streng und der Sommer sehr trocken. Trotzdem waren hier ursprünglich, und sind auf einigen Stellen noch heute, schöne Birkenwälder.

Ein russischer Forstmann, T a l i e v, hat die Steppenregion „ein ungelöstes Rätsel der russisch-botanischen Geographie" genannt. Ich wage die Behauptung aufzustellen, dass die Waldanbauversuche in Island zur Lösung dieses Rätsels beträchtlich beigetragen haben und möchte folgende Theorie aufstellen:

1. Überall in der gemässigten und heissen Zone ist es der Lössboden, der scharf die Grenze zwischen Wald und Steppe zieht.

2. Die Teilungslinie kann auch als eine klimatische angesehen werden, weil die Luft über den Lössregionen, der schnellen Verdampfung wegen, immer viel trockener ist, als in Landstrichen mit gewöhnlichen Bodenverhältnissen.

In den Steppen gibt es also zwei Variationen des Lössbodens, *hier* sind es eigentlich vier: Am häufigsten und auch am ungünstigsten ist die stark lehmhaltige braune Erde. Dann ist eine schwarzbraune weniger lehmhaltige Erde, die seltener ist, und eine braune oder rotbraune, fast lehmfreie Erde, die oft im Ost- und Nord-

lande vorkommt. Endlich ist in der Hochebene im nordöstlichen Teil des Landes, 3—400 M. über dem Meere, die obere dünne Bodenschicht oft grau und ganz lehmfrei.

Neuaufforstungen in Island.

Nach Angabe des isländischen Geologen Thorwaldur Thoroddsen hat der bewohnte Teil von Island ein Areal von 14000 Quadratkilometern. Das mit baumartiger Vegetation bestandene Land ist fast über alle bewohnte Gegenden zerstreut und beträgt im Ganzen, niedrig geschätzt, 600 km².

Das, sowohl Winter als Sommer, ganz unkontrollierte Weiden der Schafe hat fast die ganze baumartige Vegetation in ein wahres Karrikaturbild des Waldes verwandelt, und es ist deshalb kein Wunder, dass die Einfriedigungsarbeiten, die um die Jahrhundertwende begonnen wurden, glänzende Resultate aufweisen.

Da die Wälder alle auf einer vom Winde abgelagerten Erdschicht wachsen, müssen sie als Schutzwälder behandelt werden, d. h. bevor eine Generation des Waldes völlig weggenommen wird, muss die nächste ganz oder doch zum grössten Teil den Boden bedecken.

Die Baumvegetation ist zum grössten Teil ein 1—3 Meter hohes dicht zusammengeflochtenes Gebüsch, in welchem, des starken Schattens wegen, nur eine sehr spärliche, oder gar keine, kräuterartige Vegetation den Boden deckt. Auf einem solchen Waldboden einen Kahlschlag zu machen, könnte man fast mit dem Anstecken eines Hauses vergleichen. Wie das Feuer alles verzehrt, wenn nichts getan wird, so fangen auf dem Kahlschlag nach kurzer Zeit die Abwehungen an, und zerstören alles was zu zerstören ist, bis die ganze mit Gebüschwald bedeckte Landstrecke in eine Sand- oder Steinwüste verwandelt ist.

Die Verjüngung des Waldes geschieht am leichtesten durch Stockausschläge, weil das Reproduktionsvermögen der Birke hier vielfach grösser ist als in südlicheren Ländern. In betreff künstlicher Verjüngung kommt, da das Anpflanzen von Wald, wenn auch nur der Kosten wegen, ausgeschlossen ist, allein Besamung in Betracht. Nur auf kleinen Arealen, wo man Deckmaterial und Bewässerung verwenden kann, wie in den Pflanzenschulen, geht es an, in bearbeiteten Löss zu säen. Wie früher flüchtig

erwähnt, wird der Lössboden durch den Frost sehr stark beeinflusst. Wo keine Vegetation ihn deckt, bilden sich kleine, spitzige, dicht nebeneinander stehende Erdkegel, wodurch die ganz kleine Sämlinge völlig vernichtet werden; diese Erscheinung wird auf isländisch „Holklaki" genannt. Auf grasbewachsenem nicht bebautem Lande ist die Oberfläche stehts hügelig, bisweilen sind die Hügel so gross, dass es aussieht, als ob das Terrain früher als Kirchhof benutzt worden wäre.

Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen haben wir für die künstliche Besamung ein brauchbares Verfahren gefunden. Der Rasen wird mittels einer zweckmässig montierten Sense so dünn abgeschnitten, dass die Wunde im Wurzelnetz des Rasens liegt. Nachdem man die Wunde mit eisernem Rechen aufgerissen hat, werden die Samen auf dieselbe gestreut und mit dem Fuss festgestampf. Der Wurzelfilz ist sehr hygroskopisch. Am besten gelingt die Besamung auf feuchtem Lande und in Mooren, was wieder beweist, dass die Luft, trotz des in vielen Gegenden reichlichen Niederschlags und des kühlen Sommers, doch sehr trocken ist.

Eine andere Methode ist folgende: Der Rasen wird ganz abgenommen und das Rasenstück nebenbei mit dem Grase nach unten gelegt. Dies wird im Frühling oder im Frühsommer gemacht. Nach Verlauf eines Jahres werden die Rasenstücke wieder an ihren ursprünglichen Platz mit der Grasseite nach oben gelegt. Das Gras auf den Rasenstücken und auch dort, wohin sie zuerst gelegt wurden, ist dann ganz vermodert, ebenso wie ein Teil des Wurzelfilzes, und das Samenbett wird somit etwas gedüngt. Im Übrigen ist das Verfahren wie oben beschrieben.

T. GORCZYŃSKI.
(Z Zakładu Botanicznego S. G. G. W.).

BADANIA NAD KLEISTOGAMJĄ. IV. ROZWÓJ TKANEK ARCHESPORJALNYCH I PRZEBIEG PROCESÓW ZAPŁODNIENIA U *CARDAMINE CHENOPODIIFOLIA* PERS.

(Untersuchungen über Kleistogamie. IV. Entwicklung der Archesporgewebe und der Befruchtungsvorgang bei *Cardamine chenopodiifolia Pers.*

(Wpłynęło 7. IX. 1935).

Nawiązując do pracy mojej nad *Cardamine chenopodiifolia* Pers, ogłoszonej w roku 1930, a omawiającej przedewszystkiem morfologiczny charakter kwiatów kleistogamicznych u tej rośliny, pragnę w niniejszym artykule przedstawić stosunki rozwojowe w tkankach archesporjalnych. Pierwsze bowiem pobieżne zbadanie ich zdawało się wskazywać, że można tu będzie obserwować zjawiska, związane ze szczególnemi warunkami biologicznemi kwiatów kleistogamicznych u *Cardamine chenopodiifolia* Pers.

Do badań użyłem materjału zebranego w latach 1930—1932. (Rośliny wyhodowałem z nasion podziemnych i nadziemnych. To dopiero umożliwiło mi ostateczne wyjaśnienie niektórych stadjów oraz skompletowanie materjału porównawczego w dostatecznej ilości). Drobne kwiaty, pączki i młode zawiązki owoców utrwalałem we „Flemmingu mocnym" z dodatkiem mocznika. Z materjału zatopionego w parafinie krajałem na mikrotomie skrawki grubości 7—10 mikr. Jako barwników używałem safraniny, hematoxyliny Heidenhain'a oraz do podbarwiania — zieleni jasnej.

Sprawami rozwoju pyłku u *Cruciferae* zajmowano się już od dość dawna. Wymienić tu należy takich autorów jak Guignard L. 1902, Schwarzenbach F. 1922, a przedewszystkiem Jaretzky R. 1928, który szczegółowo opracował stosun-

ki karyologiczne dla całej, wspomnianej grupy (rodziny) krzyżowych. Dostępna mi literatura wykazuje zbadanie niektórych gatunków rodzaju *Cardamine* — jednak o *C. chenopodiifolia Pers.* żadnych wzmianek (co do badań cytologicznych) nie znalazłem. I dlatego też, mimo, iż *Cruciferae* stanowią dość jednolitą grupę pod względem rozwojowym, postanowiłem ogłosić moje obserwacje, gdzie szereg ciekawych szczegółów jest dla *C. chenopodiifolia* wielce charakterystycznych.

A. ROZWÓJ ARCHESPORU MĘSKIEGO.

a) Stadja najmłodsze.

Rozpatrując skrawki w okresach wyłaniania się i wyróżnicowywania poszczególnych pokładów pylnikowych, obserwujemy u *C. chenopodiifolia* tak u kwiatów nad- jak i podziemnych typową regularność. Różnice są tylko natury ilościowej. W pylnikach kw. nadziemnych spotykamy kilka lub kilkanaście, szeregowo ułożonych, kom. protoarchesporjalnych — w odróżnieniu od pylników kw. podziemnych, gdzie prawie zawsze znajduje się w komorze pojedyńcza kom. protoarchesporjalna pyłku. Komórki te wyróżniają się od innych sąsiednich swem wielkiem stosunkowo jądrem, bogatem w chromatynę oraz w większe od normalnych jąderko. Cytoplazma komórki protoarchesporjalnej jest gęstsza od innych i nie zawiera wakuol. Komórki wegetatywne są naogół spłaszczone, podczas gdy pramacierzyste posiadają raczej kształt izodiametralny. W tem stadjum w kw. nadziemnych już można wyróżnić cztery zasadnicze warstwy ścian pylnikowych — choć wszystkie komórki mają jeszcze charakter kom. embrjonalnych i dzielą się w dalszym ciągu.

Opisywane stadja są w kw. podziemnych dość rzadko spotykane, przyczyną tego jest trudność w doborze materjału. Już jednak stadja późniejsze, trwające nieco dłużej, są dosyć częste. Przejście jednak musi znów odbywać się b. szybko, przyczem następuje silny rozrost gniazd archesporjalnych. Komórki powiększają swoją objętość i przekształcają się w kom. mac. pyłku. W kw. nadziemnych znajdujemy w pylnikach kom. mac. pyłku ułożone dwiema (najczęściej) warstwami, w kw. podziemnych spotyka się zaledwie parę kom. mac. p. najczęściej szeregiem ułożonych. W rzadszych wypadkach mamy tu zaledwie po dwie lub

trzy kom. w komorze pylników. Zresztą zjawisko małej ilości kom. archesporjalnych u *Cruciferae* notują i inni (Jaretzky 1928), nie jest to więc zjawisko odosobnione.

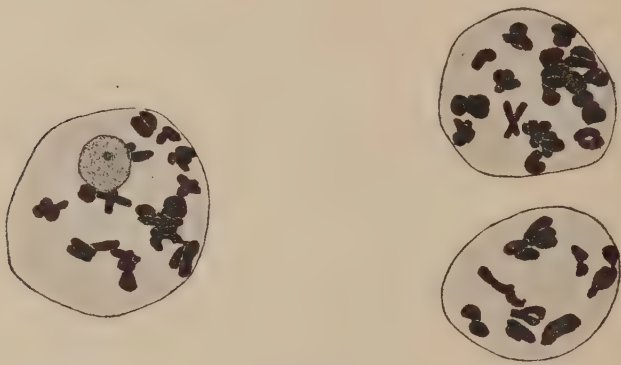
b) Podziały redukcyjne, liczba i kształt chromozomów.

Obserwowane przezemnie obrazy różnych stadjów podziału heterotypowego upoważniają mnie do twierdzenia, że mamy tu do czynienia z procesami normalnemi. W stadjum leptotenu nici chromozomalne są silnie wydłużone i poplątane, tak, że trudno zidentyfikować poszczególne odcinki. Skurcz synizezyjny występuje z reguły — jednakże chromatyna nie zbija się w indeferentną masę, jak to się nieraz obserwuje, ale luźno splątane nici tworzą kłębek jednostronny w jądrze, które w tem stadjum posiada wyraźne dwa jąderka, jedno większe, drugie (prawie dwukrotnie) mniejsze. Cytoplazma wykazuje jednolitą drobnoziarnistą strukturę. W tym czasie ściany komór pylnikowych są jeszcze słabo zróżnicowane. Dobrze wykształconą jest natomiast warstwa tapetowa. Komórki jej są nieco spłaszczone i zawierają duże, silnie barwiące się jądra. W cytoplaźmie stale obserwuje się dwie wakuole, rozmieszczone symetrycznie po obu stronach jądra. Prawie wszystkie komórki wyglądają jeszcze normalnie, są jednojądrowe. Jądra te zawierają po kilka różnej wielkości jąderek (3 jąderka większe i około 5 drobnych okrągłych ziarnistości).

Omijając stadja przejściowe zwrócimy jednak uwagę na diakinezę. Dobre bowiem rozpatrzenie jądra w tem okresie profazy heterotypowej pozwala zwykle na ustalenie układu, kształtów i liczby biwalentów. Z wymienionych tylko dwie pierwsze cechy udało mi się bezpornie przez obserwację stwierdzić. Liczbę „biwalentów" i ich ewentualną wartościowość (a co zatem idzie i liczbę chromozomów) nie da się zapewne łatwo ustalić ze względu na ich stosunkowo drobne wymiary i wielką łatwość sklejania się w większę grupy. Pierwsze momenty stadjów diakinetycznych charakteryzują się dużym skurczem chromozomów. Podczas wyodrębniania się na terenie jądra zupełnie krótkich terytorjów chromozomalnych, widać jeszcze zupełnie dobrze poskładane i pozawijane nici — jakgdyby w jakiejś barwiącej się otoczce. Utwory te łączą się jeszcze ze sobą cieniutkiemi, barwiącemi się anastomozami. Plazma, otaczająca jądro, nie wiele się zmienia, ulega jednak jakgdyby lekkiemu skurczeniu w utrwalaczach, coby

świadczyło o większej wrażliwości plazmy w tych stadjach rozwojowych. Błony komórkowe są naogół cienkie i nie wytwarzają jeszcze oponki kallozowej.

W opisywanym wypadku chromozomy są w trakcie szybkiego przeobrażania — istnieje więc dużo pod względem kształtu form nieskrystalizowanych. W okresie właściwej diakinezy (ryc. 52) chromozomy mają kształt pałeczkowaty, nieregularny



Ryc. 52.
Diakineza w K. M. P. Pow. ca. 2400.

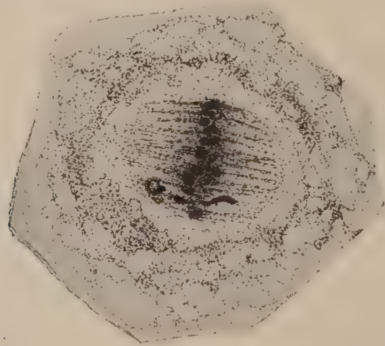
lub kuleczkowaty i układają się zwykle bardzo ścisłemi parami tak, że niekiedy nie można odróżnić, czy mamy do czynienia z jednym, czy z dwoma chromozomami. Mimo, iż większość chromozomów ma charakter ziarnisty, to jednak trafiające się tu i owdzie pałeczki proste lub zgięte w połączeniach biwalentnych dają charakterystyczne obrazy. Ogólnie biorąc liczba biwalentów nie przekracza 30, a najczęściej powtarzające się wyniki liczenia par w różnych jądrach, to liczby od 25—27. Z tej — zawsze większa część należy do typu chromozomów ziarnisto-kuleczkowatych około 15 par). Pozostałe mają kształt grubych, krótkich pałeczek o stosunku grubości do długości jak 1 : 2. Często chromozomy tego typu układają się parami równolegle obok siebie, częściej jednak następuje lekkie zaplatanie. Inne figury par diakinetycznych też właściwie powstają w tym typie chromozomów. Rzadsze są jednak figury takie jak pierścienie, w kształcie liter U, Y i T. Oprócz takich układów, dotyczących poszczególnych chromozomów lub par chromozomalnych, trzeba przytoczyć szereg fak-

tów układów grupowych. W tych wypadkach jednak zwarcie jest tak silne, że nie można zaobserwować, czy i jakie chromozomy wykazują tendencję łączenia się w grupy. Przypuszczać jednak należy, że zjawisko to ma charakter ściśle przypadkowy — a działanie aparatu chromozomalnego jest takie same jak przy układach normalnie biwalentnych. Przy korzystnych układach biwalentów można niekiedy w jądrach diakinetycznych u *Cardamine chenopodifolia* spotkać jedną parę specjalnie silnie wydłużonych chromozomów (czasem w układzie X, czasem zaś w równoległym), które wybitnie różnią się od innych (ryc. 52).

Stadjum prometafazy charakteryzuje się silnym skurczem plazmy komórkowej, co znajduje swój wyraz nie tylko w zaokrągleniu kształtów komórki, ale i przedewszystkiem w wytworzeniu grubej oponki kallozowej. W tym okresie ulegają rozpuszczeniu jąderka i błona jądrowa. Chromozomy układają się w płytę metafazalną. Proces ten jednak nie przebiega zupełnie prawidłowo, bo niektóre chromozomy bardzo wcześnie rozpoczynają wędrówkę ku biegunom. Szczególniej jedna para chromozomów pałeczkowatych wydłużonych i jedna kuleczkowatych odbiega silnie od typu normalnego podziału, rozpoczynając wcześniejsze rozchodzenie się anafazalne. Płyta metafazalna jest zbita i zajmuje dokładnie środkową część jasnej przestrzeni, w której wyraźnie rysują się wąskie wiązki włókien wrzeciona achromatynowego. Cała figura podziałowa jest otoczona grubą warstwą ciemno barwiącej się, ziarnistej plazmy. Byłby to więc opisywany płaszcz chondriomalny. Nie są to jednak kwasem osmowym wyczerniane kuleczki, ale raczej jaśniejsze ziarnistości są gęsto rozmieszczone w homogennej ciemniejszej masie plazmatycznej. Poza ciemnym płaszczem, otaczającym wrzeciono podziałowe, widzimy plazmę jaśniejszą z nieco ciemniejszemi, w siateczkę ułożonemi, ziarnistościami. Mimo, iż takie obrazy należą bezwątpienia do typu artefaktów, to jednak świadczą one o zróżnicowanym charakterze plazmy w K. M. P.

Płyty metafazalne podobnie, jak diakineza nie pozwalają na całkowicie pewne ustalenie liczby chromozomów, opierając się jednak na większej ilości obrazów, można sądzić, że jądro haploidalne zawiera około trzydziestu uniwalentów. Anafaza — choć nie możemy dokładnie zaobserwować jej początku, gdyż nie wszystkie chromozomy rozchodzą się jednocześnie, w późniejszych swych fazach przebiega normalnie. Następuje bowiem wy-

równanie i wczesna telofaza przedstawia się zupełnie normalnie. Do tego opisu podziału heterotypowego należy jeszcze dodać opis wyglądu wrzeciona, które tworzy figurę bez stożkowatych biegunów, — widoczne „nici" wrzeciona wybiegają prawie prostopadle do płaszczyzny płyty podziałowej (ryc. 53). To samo można powiedzieć i o fragmoplaście z okresu telofazalnego (ryc. 54).

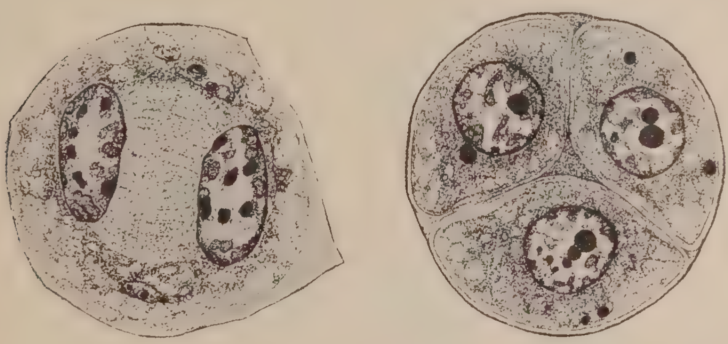


Ryc. 53.
Metafaza w K. M. P. Pow. 2400.

Z chwilą, kiedy jądra pochodne — dyadowe, posiadają typową formę jąder interkinetycznych, widać najwyraźniej w płaszczyźnie środkowej fragmoplastu gromadzenie się substancji ciemniejszej o ziarnistej budowie. To pasmo przez pewien czas rozgranicza dwa diadowe terytorja w przestrzeni międzyjądrowej. Strefa przyścienna plazmy nie posiada tej przejściowej błonki granicznej. Po rozpuszczeniu się błon jądrowych i przejściu ich do stadjum podziału homotypowego — zanika fragmoplast i utwory z nim związane.

Występuje natomiast zwartym pierścieniem homogenna nieprzeźroczysta, szara substancja, która tylko w strefie przyjądrowej ulega przejaśnieniu. Pozostała część cytoplazmy ma strukturę ziarnistą, przyczem niektóre z tych ziarnistości barwią się safraniną, inne zaś kwasem osmowym. W międzyczasie następują dość wyraźne zmiany w tkance wyścielającej. Komórki tapetowe stają się wielojądrowemi, przyczem wakuole powiększają silnie swoją objętość. Po krótkotrwałem stadjum interkinezy przebiega normalny podział homotypowy. Powstawanie błon i kształtowanie się gonów jest całkowicie normalne. W młodych stadjach można

wyróżnić dwa kontury błon komórkowych na tetradach: jeden jasny, należący do błony, otaczającej całą grupę gonów, drugi ciemniejszy, ogranicza błonę poszczególnych komórek. Plazma komórkowa w tym stadjum silnie chłonie barwiki, otaczając ziarnistą otoczką niewielkie jądro. Bryłki chromatyny na terenie jąder gonalnych mają charakter chromocentrów, choć ilość ich odpowiada mniejwięcej liczbie chromozomów. (ryc. 55). Spotyka się



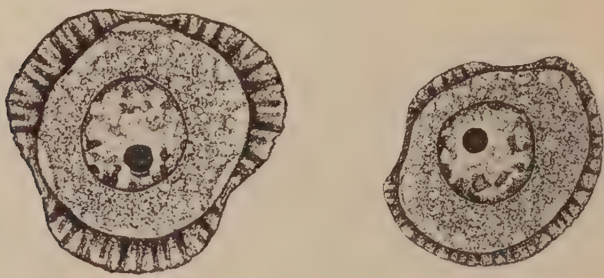
Ryc. 54 i 55.
Diady i tetrady. Pow. ca. 2400.

też najczęściej dwa jąderka nierównej wielkości, które stale zajmują miejsce tak blisko siebie, że można przypuszczać, iż są one ze sobą połączone.

W tym okresie rozwoju archesporjum rozpoczynają tapety swoją intensywną działalność wydzielniczą. Silnie rozrośnięte jądra komórek tapetowych łączą się, tworząc wielkie zlewiska, zajmujące niekiedy więcej niż połowę przekroju (optycznego) komórki. Cytoplazma gęsta i zbita nie zawiera, jak to poprzednio można było obserwować, dużych wakuol. Substancje wydzielane optycznie niczem się na terenie komory pyłkowej nie manifestują — błony zaś komórek tapetowych pozostają niezmienione, cienkie, błonnikowe. W tym czasie ulegają rozpuszczeniu opony kallozowe — powoli też następuje proces separacji gonów. Rozluźnianie się błon następuje od środka tetrady, gdzie najwcześniej można zaobserwować przestrzenie międzykomórkowe. Powstała szczelina rozszerza i wydłuża się stopniowo, rozdzielając ścianki gonów na całej ich powierzchni stycznej. (ryc. 55).

c) *Ziarna pyłkowe.*

1. *Gony jednojądrowe.* Po rozłączeniu się z tetrad młode gony przedstawiają wygląd typowy. Błony są cienkie, błonnikowe. Położenie ścian względem siebie nie jest jednakowe. Zachowuje się mianowicie przez pewien czas stosunek układu tetraedrycznego, w którym tylko jedna ściana jest normalnie wypukła,



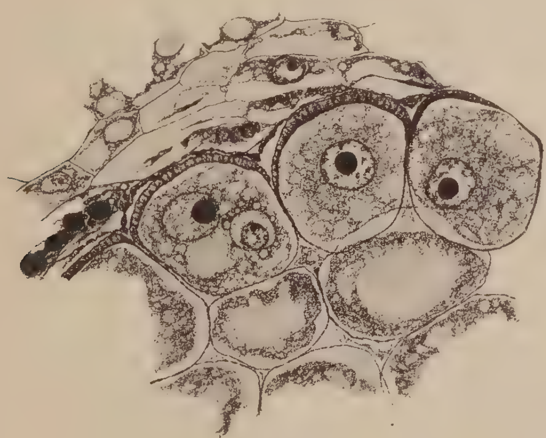
Ryc. 56.
Ziarno pyłkowe jednokomórkowe. Pow. ca. 2400.

trzy pozostałe są raczej płaskie, ustawione pod pewnym kątem do siebie. Cytoplazma przyjądrowa jest gęsta i gruboziarnista, przyścienna zaś jaśniejsza.

Jądro gonalne barwi się silnie, różni się zaś od jąder tetradowych tem, że jąderka występują w zupełnie przeźroczystej strefie karyolimfy, która tak wyraźnie nie przedstawiała się w poprzednich stadjach rozwojowych. Na terenie komory pyłkowej można czasem zaobserwować resztki rozpuszczalnej błony kallozowej, — widocznej jednak tylko po dobrem wybarwieniu.

Bezpośrednio następnym procesem przy tworzeniu się pyłku jest wytwarzanie zgrubień nabłonnych na gonach. Proces ten jest bezpośrednio związany z akcją wydzielniczą tapet. Nie udało się tylko zaobserwować żadnych śladów modyfikacyj błon kom. tapetowych w tych okresach ich czynności, jak to łatwo sprawdzić np. u *Oxalis acetosella* (G o r c z y ń s k i 1929). Właściwa egzyna daje się wyróżnić dopiero po „wyrównaniu kształtu ziarna pyłkowego". W tym bezwakuolarnym stadjum rozwoju pyłku widzimy na terenie plazmy szereg wyczernionych ziarnistości, które stanowią, według wszelkiego prawdopodobieństwa, substancje zapasowe komórki. Jądra duże z jednem tylko jąderkiem silnie po-

rowatem i jednolicie rozmieszczoną siatką chromatynową z nielicznemi w niej ziarnistościami. Objętość ziarna pyłkowego jeszcze stale wzrasta. Egzyna, w pierwszych stadjach tworzenia się, pokrywająca jednolitą warstwą całe ziarno pyłkowe, teraz wyraźnie różnicuje się, w jednych miejscach grubiejąc, w innych pozostawiając odsłonięte lub silnie porowate miejsca, przystosowane do wchłaniania wilgoci. Błona wewnętrzna, intyna, jest błonnikowa i cienką warstewką otacza, ściśle przylegając, całą treść ziarna. W miejscach wolnych od egzyny wytwarzają się nawarstwienia intyny niekiedy znacznej grubości. (ryc. 56). Jest to warstwa łatwo przepuszczająca wodę i pęczniejąca, najwidoczniej więc ta modyfikacja intyny ma charakter błon ześluzowaciałych.



Ryc. 57.

Pyłek z okresu wielkiej wakuoli. Ziarna zdeformowane z powodu nadmiernej ich ilości w komorze pyłkowej. Pow. ca. 1430.*)

Następny okres przemian po dostatecznem wyrośnięciu ziarna pyłkowego znajduje swój wyraz w wytwarzaniu się w plazmie dużej podbłonnej wakuoli. Zajmuje ona wkrótce całą centralną część ziarna, a plazma i jądro zostają zepchnięte i w nierównej masie rozmieszczone pod ścianami. (ryc. 58). Jądro ulega nawet dość silnemu spłaszczeniu. Ponieważ stadjum wielkiej wakuoli jest tak charakterystyczne, mierzyłem w tym okresie wielkość pyłku, występującego w różnych warunkach. Zwróciłem uwagę przede-

*) (W druku zmniejszono do $^2/_3$ wiel. ryc.).

wszystkiem na kwiaty podziemne. Tu jednak okazało się, że wielkość pyłku jest cechą bardzo zmienną i zależy nie tylko od warunków ekologicznych kwiatu, ale i od wielu innych. Czasem np. ilość pyłku w komorze decyduje o jego kształcie i wielkości. (ryc. 57).

Mamy tu widoczny przykład deformacji młodego pyłku z powodu braku miejsca. Rozrastanie się ziarn pyłkowych jest ograniczone w przestrzeni, która jest ściśle wypełniona. Dlatego też nie wszystkie ziarna mają kształt okrągły. Pewne środkowe ulegają zgnieceniu i stają się (na przekroju) prostokątne. Błony komórkowe, egzyna jak i intyna, nie rozwijają się normalnie i rzecz ciekawa — od strony tapet błony (szczególniej egzyna) są prawie dobrze wykształcone, natomiast w zetknięciu z błonami ziarn innych ulegają silnej redukcji. Być może, iż sam początek procesów błonotwórczych był nienormalny i spowodował powstanie tylko miejscowych zgrubień egzynnych). (ryc. 57).

Stosunki zaobserwowane w komorach opisanego typu pozwalają przypuszczać, że wytwarzanie egzyny jest zależne nietylko od wewnętrznych przemian treści plazmatycznej ale i od charakteru wydzielniczego komór pyłkowych. Tkanka wydzielnicza (tapety) w opisanym wypadku znajdowała się w stadjum degeneracji. Treść komórek tapetowych — to silnie przebarwione jądra otoczone dużemi, ciemno wybarwionemi, kulami tłuszczowemi i kłaczkowatemi resztkami plazmy. Do najciekawszych jednak obserwacji z tego okresu należy zbadanie zmian, jakie pojawiły się w sąsiadujących z komorą pyłkową błonach komórek tapetowych. Ich charakter bowiem strukturalny i chemiczny upodabnia się do egzyny. Pozostałe ściany kom. tapetowych pozostają nadal błonnikowe, w każdym razie zmiany, jakie tam może zachodzą, są nieuchwytne dla prostych reakcyj mikrochemicznych i mikroskopu. Zaznaczam jednak wyraźnie, że podczas normalnego przebiegu dojrzewania pyłku, błony tapetum wydzielniczego u *Cardamine chenopododiifolia* Pers. nie ulegają zmianom — wywołują zaś je dopiero wyżej opisane zaburzenia.

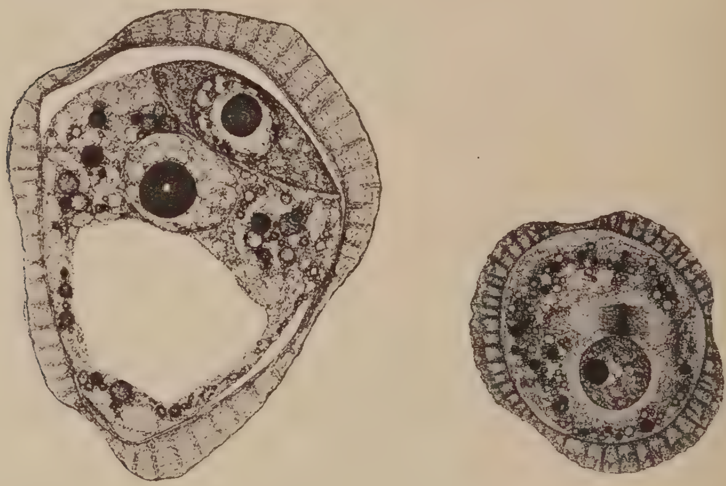
2) *Wyodrębnianie się komórek generatywnych.* W okresie pierwszego podziału jądra pyłkowego wielkość ziarn waha się w granicach od 25—28 mikr. Wielka wakuola pyłku spycha plazmę ziarna ku błonom, a spłaszczone początkowo jądro wchodzi w stadjum podziału, przyczem figura podziałowa układa się równolegle do powierzchni błony. Wrzeciono jest wąskie, chromozo-

my krótkie, ziarnkowate, ściśle ułożone — mniejsze od chromozomów, obserwowanych w metafazie I podz. K. M. P. W trakcie podziału następuje gromadzenie się plazmy, a figura podziałowa zmieniwszy położenie, przyjmuje w układzie kierunek promienisty. W końcu komórka płciowa odcina się w typowej formie (ryc. 57), spotykanej pospolicie u wielu przedstawicieli roślin dwuliściennych jak *Viola, Oxalis* i in. Teraz zaczyna się zanik wakuoli, a plazmę pyłku wzbogaca mnóstwo kulek lipoidalnych, które tu stanowią jedyne substancje zapasowe. Jądro kom. płciowej jest mniejsze od jądra wegetatywnego, lecz zajmuje ono bardzo dużą część przestrzeni wyraźnie odgraniczonej błonami elementu generatywnego.

Średnica dużego jądra (wegetatywnego) dochodzi do 11 mikr., podczas gdy jądro generatywne nie przekracza wielkości 5 mikr. Na uwagę zasługuje tu charakter jąderek, które stosunkowo w jądrach wegetatywnych są większe niż w jądrach generatywnych. Po pierwszym podziale następuje zanikanie wakuoli (ryc. 58), jednakże proces ten przebiega w różnych ziarnach nierównomiernie. W ziarnach cienkobłonnych wakuola zachowuje się stosunkowo dłużej niż w innych. Na miejsce wakuoli odtwarza się plazma z substancjami zapasowemi, zanikają też cienkie błony graniczne między kom. generatywną a wegetatywną w pyłku. Kom. płciowa przytem zmienia położenie i ze stref przyściennych przenika do centralnych warstw plazmatycznych pyłku. W tym czasie też wyodrębniają się na terenie plazmy kuleczki tłuszczowe różnej wielkości i gromadzą się na granicy kom. płciowej. Zachodzą jednak dalsze szybkie przemiany. Zanikają masy tłuszczów, a z niemi i wyraźny kontur kom. generatywnej, której jądro przechodzi w stadjum podziału.

Wśród stadjów podziałowych kom. generatywnej najczęściej spotykanemi są obrazy meta- i anafaz. Po oddzieleniu się całkowitem jąder pochodnych następuje kształtowanie się kom. plemnikowych. Gamety męskie wykształcone ostatecznie są na przekroju owalne lub okrągłe, wyraźnie odgraniczone od plazmy pyłku. W miarę dojrzewania pyłku elementy generatywne zaczynają się wydłużać i stają się wrzecionowate. Ciała zapasowe gromadzą się tylko na terenie plazmy pyłku, nigdy zaś nie spotyka się kulek tłuszczowych w gametach. W tym czasie zaczynają pojawiać się w pyłku wakuole. Te wtórne ich pojawiania się w okresie zupełnej dojrzałości ziarna pyłkowego pozostają w związku

z przygotowaniami do kiełkowania. Jest to bowiem moment, w którym (u wszystkich kwiatów kleistogamicznych) kiełkowaniem ziarna pyłkowego rozpoczyna się proces przerastania łagiewki pyłkowej z pylnika na znamię. U *Cardaminę chenopodiifolia* sprawa jest o tyle prostsza, że równocześnie z kiełkowaniem



Ryc. 58 i 59.
Ziarna pyłkowe w różnych stadjach dojrzewania. Pow. ca. 2400.*)

pyłku ścianki pylników ulegają resorbcji, ułatwiając w naturalny sposób transport gamet. Rozpuszczanie się tkanek ściennych pylników nie wstrzymuje procesów różnicujących je. Skoro bowiem od strony t. zw. stomium następuje resorbcja tkanek, to od strony łącznika komórki endothecium mogą podlegać normalnemu drewnieniu. Kiełkowanie ziarn pozwala na ustalenie kształtu i liczby łagiewek bezpośrednio w pylniku, w tkankach znamienia trudno jest je bowiem odszukać. „Czoło" łagiewki zajmuje gęsta plazma, tam też znajduje się jądro wegetatywne już słabo barwiące się i zatracające turgor wewnętrzny (kształt jego staje się nieregularny). Gamety wyróżnia się dobrze z powodu ich ciemniejszego wybarwienia, gdyż plazma łagiewki nie zawiera już w tym stadjum ciał tłuszczowych i innych zapasowych, wyczernianych i wybarwianych.

---

*) (Ryc. 59. Zmniejszono w druku o połowę).

B) ZALĄŻEK I WORECZEK ZALĄŻKOWY.

Ogólny opis zalążka i streszczenie przebiegu powstawania i rozwoju woreczka zalążkowego u *Cardamine chenopodiifolia Pers.* podałem już w mojej pracy w 1930 r. (str. 299). Opis ten jednak był niezupełny, w niniejszym rozdziale podam więc brakujące szczegóły, dotyczące podziału redukcyjnego i charakteru wor. zalążkowego dojrzałego.

Wyłanianie się kształtów zalążka z wałków wzrostowych placenty zalążni odbywa się w czasie tworzenia się warstw archesporjalnych pyłku — niekiedy w okresie profazy podziałów redukcyjnych. Z tego widać, że mamy tu do czynienia z rozwojem protandrycznym — choć późniejsze przyśpieszenie rozwoju zalążka niweluje te różnice. A kiedy wśród komórek nucellusa wydzieli się komórka protoarchesporjalna — rozwój pylników jest już daleko posunięty. Kom. protoarchesporjalna zalążka, nie dzieląc się, zaczyna rosnąć kosztem tkanek ośrodka, którego oprócz skórki, obserwujemy tylko jedną warstwę. W momencie całkowitego wyrośnięcia kom. mac. spor komórki właściwego ośrodka są już spłaszczone, a charakter ich jąder i plazmy znacznie różni się od pozostałych komórek wegetatywnych zalążka. Wkrótce jądro kom. archesporjalnej wchodzi w stadjum podziału redukcyjnego. Chromozomy nitkowate wybarwiają się dobrze, tworząc szereg węzłów i oczek sieci naokoło jąderek, których spotyka się trzy: jedno duże pośrodku jądra i dwa mniejsze, obok leżące, jednakowej wielkości. Wnętrze jąder wypełnia sok jądrowy, powodując dobrą przezroczystość preparatów. Zniknęły liczne różnej wielkości ziarnistości chromatynowe tak charakterystyczne dla jąder kom. archesporjalnych w okresie przedpodziałowym. W plazmie kom. archesporjalnej i nucellarnych obserwuje się nagromadzenie wyczerniających się osmem kuleczek tłuszczowych. Tylko kom. epidermalne posiadają ich mniejszą ilość.

Stadjum wczesnych zmian profazalnych jądra kom. archesporjalnej zachodzi w czasie silnego rozrostu zalążka. Przedewszystkiem rośnie kom. archesporjalna, zwiększając swą objętość, potem rosną integumenty, okrywając cały ośrodek dwiema grubemi warstwami. Podczas tych zmian ulegają resorbcji kom. podskórkowe ośrodka, ale tylko od strony mikropylarnej. Przebieg podziału redukcyjnego jest mniejwięcej normalny, tylko po pierwszym podziale obserwuje się dość często degenerację zaląż-

ków, spowodowaną zmianami patologicznemi protoplastu kom. archesporjalnej. Wtedy obserwuje się zaburzenia w barwieniu, zalewanie całej treści komórki barwnikiem bez możności odróżnienia poszczególnych elementów. Podział redukcyjny daje oddzielające się normalnie diady. Podział homotypowy przebiega w obydwu diadach, przyczem kom. pochodne kom. mikropylarnej odrazu degenerują. Nie udało się przytem ustalić, czy megaspory oddzieliły się od siebie czy też nie. Pochodne kom. siostrzanej chalazalnej nie są równe. Megaspora wewnętrzna jest od początku większa. Po osiągnięciu pewnej wielkości kom. mac. woreczka zalążkowego zmienia się we właściwy woreczek zalążkowy, przyczem następują podziały jądra. W rezultacie otrzymujemy zupełnie typowy woreczek ośmiojądrowy. Trzeba tylko podkreślić szybki zanik aparatu antypodalnego. Kom. jajowa wielkością przewyższa synergidy i wyróżnia się jeszcze od nich obecnością dużej wakuoli. Sam woreczek jest w tem stadjum silnie wyrośnięty, kształtu kiełbaskowatego, zajmuje prawie całkowicie przestrzeń między integumentami. W bezpośrednim sąsiedztwie aparatu jajowego w plazmie dają się obserwować duże, o nieregularnych zarysach jądra biegunowe, zbliżone do siebie, ale nie połączone. Zlewanie się ich następuje w późniejszym okresie, najprawdopodobniej w trakcie zapłodnienia. Cechą charakterystyczną jąder biegunowych jest obecność w nich wielkich jąderek. W nielicznych wypadkach obserwowano zjawisko nieobłaniania się aparatu jajowego. Anomalja ta zdarzała się jednak tylko w wypadkach zaburzeń patologicznych.

W dojrzałym woreczku zalążkowym komórka jajowa przedstawia pęcherzyk cienkościenny z jądrem nieco spłaszczonem w grubej otoczce plazmatycznej na wewnętrznej (do wnętrza woreczka skierowanej) ściance komórki.

C. ZAPŁODNIENIE I ROZWÓJ ZARODKA.

Na terenie łagiewki pyłkowej, przerastającej znamię i szyjkę słupka, można wyróżnić elementy generatywne raz jako wyraźne komórki, to znów jako dobrze barwiące się jądra, gdzie granice plazmy komórkowej wyraźnie zlewają się z plazmą łagiewki. Bieg łagiewki jest dość łatwo obserwować. Wrastanie łagiewki do zalążka odbywa się przez mikropylę (typ porogamiczny). Mo-

ment zapłodnienia charakteryzuje się swoistem zachowaniem się synergid. Wraz z degenerującą plazmą łagiewki synergidy tworzą rozlane barwiące się silnie ciała, które niejednokrotnie utrudniają lub wręcz uniemożliwiają obserwację zachodzących wewnątrz kom. jajowej procesów łączenia się jąder gametalnych. Mimo szybkiej resorbcji degenerujących mas plazmatycznych sam moment zlewania się najczęściej jest nieuchwytny, bo bezpośrednio po tym akcie następuje podział. Ten zaś można już było w różnych fazach oglądać dowoli. Jądro wtórne woreczka przechodzi te procesy nieco wcześniej, gdyż zazwyczaj podczas podziału kom. jajowej na terenie woreczka znajdujemy już wiele jąder masy bielmowej. W stadjum zarodka kilkujądrowego widzimy już całe warstwy bielma jądrowego, wyściełającego ścianki woreczka, tworząc szczególniej od strony embrjonu duże kieszenie plazmojądrowe (patrz moja praca z 1930 r. tabl. XX, ryc. 5). Zapłodnienie w kwiatach kleistogamicznych zachodzi najwidoczniej z reguły, gdyż we wszystkich obserwowanych starszych woreczkach można było stwierdzić normalne zarodki. Tak więc proces płciowy dał tu całkowicie pewne wyniki.

D. NASIONA I KIEŁKOWANIE.

Chodzi tu przedewszystkiem o obserwacje nasion i owocków podziemnych, bowiem nadziemne zachowują się zupełnie normalnie. Nasiona z owocków podziemnych nigdy całkowicie nie wysychają, dojrzewają jednak dobrze. Zdolność do kiełkowania zaraz po dojrzeniu dowodzi, że nasiona nie przechodzą t. zw. okresu spoczynku, albo też jest on silnie zredukowany. Wykopywane bowiem roślinki pod koniec okresu wegetacyjnego (sierpień), wykazywały w owockach oprócz normalnych nasion kiełkujące. lub nawet młode roślinki. Cały ten proces kiełkowania i pierwszych faz wzrostu odbywa się wewnątrz zamkniętego owocka-łuszczyny, która nie pęka normalnie, ale ulega rozerwaniu przez rozrastające się korzenie młodych roślinek. Jaką rolę odgrywają owocnie w tych procesach kiełkowania, trudno narazie powiedzieć. Można tylko zaobserwować zmiany, jakim podlegały. Ścianki łuszczyny po dojrzewaniu stawały się szare lub białe, ulegały całkowitemu „zmartwieniu" przyczem w barwie zaznaczał się wyraźnie proces rozkładowy. Później następowało brunatnienie i rozkład

ścianek odbywał się nader szybko. To butwienie ścianek odbywa się jednak dopiero w parę tygodni po wykiełkowaniu nasion.

WYNIKI.

1. W najmłodszych stadjach rozwojowych archesporu męskiego u *Cardamine chenopodiifolia Pers.* obserwujemy w kwiatach nadziemnych gniazda kom. archesporjalnych wieloszeregowe i wielowarstwowe, natomiast w komorach pylnikowych kwiatów podziemnych znajdujemy zaledwie kilka wymienionych komórek, ułożonych w jednym szeregu, niekiedy zaś tylko komórki pojedyńcze.

2. Podział redukcyjny w K. M. P. jest typowy. Układy chromozomów diakinetycznych są różne, najczęściej spotykają się pary, ułożone w kształcie liter U, Y i T, czasem w pierścienie, niekiedy znów w układach grupowych o kształtach nieregularnych.

3. Liczba biwalentów nie przekracza 30, liczby najczęściej spotykane, to 25 i 27 par. Być może jednak, że niektóre mniejsze chromozomy tworzą ugrupowania poliwalentne, dokładne więc oznaczenie liczby chromozomów jest trudne.

4. Metafaza podziału heterotypowego przebiega normalnie. Zawsze jednak jedna para chromozomów ziarnistych wyprzedza inne.

5. Wykształcanie się pyłku odbywa się normalnie.

6. Dojrzałe ziarno pyłkowe posiada dwie wrzecionowate kom. płciowe, wielkie jądro wegetatywne i substancje tłuszczowe, jako materjał zapasowy w plaźmie.

7. W niektórych kwiatach, w małych komorach o dużej ilości ziarn pyłkowych, spotyka się pyłek niedokształcony: w plaźmie brak substancji zapasowych, błony ziarn są nienormalnie cienkie, egzyna wykształca się tylko od strony tapet, przyczem wewnętrzne ściany kom. wyściełających wykazują zmiany takie, jak egzyna. Ziarna mają kształt wielokątny lub nieregularny. Przestrzenie między ziarnami pyłku zajmował słabo barwiący się śluz, czego normalnie nigdy nie obserwowano.

8. Typowy 8-jądrowy woreczek zalążkowy powstaje normalnie.

9. Zapłodnienie porogamiczne. Wszystkie woreczki starszych stadjów posiadały zarodki. Specjalne przystosowania

(Gorczyński 1930) zapewniły łatwy przebieg zapylenia i zapłodnienia.

10. Kiełkowanie nasion „podziemnych" odbywa się zaraz po dojrzeniu wewnątrz owoców. Owocnie później ulegają zniszczeniu.

LITERATURA.

Gorczyński T., 1929, Acta Soc. Bot. Vol. 6. Nr. 3.
Gorczyński T., 1930, Acta Soc. Bot. Pol. Vol. 7, Nr. 3.
Guignard L., 1902, Journ. d. Bot. p. 361—368.
Jaretzky R., 1928, Jahrb. f. wiss. Bot. B. 68. H. 1.
Schwarzenbach F., 1922, Flora B. 115.

ZUSAMMENFASSUNG [1]).

Auf dem frühesten Entwicklungsstadium des männlichen Archespors treten in den Staubbeuteln der oberirdischen Blüten mehrzellige und mehrschichtige Gruppen von Archesporzellen auf, während wir in den „unterirdischen" Blüten in der Pollenkammer bloss einige, in einer Reihe gelegene, manchmal sogar nur einzelne Archesporzellen finden. Die Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen verläuft entsprechend dem Typus. Die Gruppierung der diakinetischen Chromosomen weist eine ziemlich reiche Mannigfaltigkeit auf, am häufigsten werden von den Chromosomenpaaren die Buchstaben U, Y u. T gebildet, seltener treten Ringe auf, manchmal kommen auch Gruppen von unregelmässiger Gestalt vor. Die Bivalentenzahl übersteigt kaum 30, am häufigsten kommen 25 und 27 vor. Es ist nicht ausgeschlossen, dass manche kleineren Chromosome polyvalente Gruppen bilden: die genaue Feststellung der Chromosomenzahl stösst aber auf Schwierigkeiten.

Die Metaphase der heterotypen Teilung verläuft normal. Immerhin geht ein Paar körniger Chromosomen allen übrigen stets in Zeit und Raum voran. Das reife Pollenkorn enthält zwei spindelförmige Geschlechtszelien, einen grossen vegetativen Kern und im Plasma Fettsubstanzen als Reservematerial. In kleinen

---

[1]) Vorliegender Bericht bildet den Schluss der in den J. 1929—1930 begonnenen Arbeit über den Polymorphismus der kleistogamen Blüten bei *Cardamine chenopodiifolia* Pers.

Pollenkammern mit sehr reichlichem Pollen, denen man in manchen Blüten begegnet, treten Pollenkörner von unvollkommener Entwicklung auf: im Plasma fehlt die Reservesubstanz, die Pollenmembran ist abnorm dünn, die Exine wird bloss gegen die Tapetumschicht gebildet, wobei die Innenwände der Tapetumzellen dieselben Veränderungen wie die Exine aufweisen. Die Körner sind polygonal oder von unregelmässiger Form. Den Raum zwischen den Pollenkörnern nimmt eine schwach sich färbende Schleimsubstanz ein, was normalerweise nie beobachtet wurde. Der typische achtkernige Embryosack entsteht normal. Die Befruchtung komm durch Porogamie zustande. In sämtlichen älteren Embryosäcken sind Embryonen vorhanden. Die Bestäubung und die Befruchtung werden durch besondere Anpassungen (Gorczyński 1930) erleichtert. Die Keimung der „unterirdischen" Samen beginnt gleich nach der Reife im Innern der Frucht. Nach der Keimung unterliegt die Fruchtknotenwand der Verwesung im Boden.

Institut für allg. Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Warschau.

ANTONI KOZŁOWSKI.
(Z Zakładu Fizjologji Roślin i Chemji Rolnej, Poznań—Sołacz).

POWSTAWANIE W ROŚLINACH ANTOCJANU PRZEZ UTLENIANIE ANTOCJANOGENÓW.

(On the formation of anthocyanins in plants by an oxidation of anthocyanogens).

(Wpłynęło 19. X. 35)

WSTĘP.

Pojawianie się antocjanu w kwiatach, owocach, czasem też liściach i innych organach roślin wyższych jest wyrazem pewnej normalnej zmiany w metaboliźmie komórek. Dzięki temu barwiki te mogą służyć fizjologowi, jako bardzo pożyteczne wskaźniki orjentacyjne w śledzeniu niektórych procesów biochemicznych, a zbadanie genezy i struktury chemicznej drobiny antocjanu przyczyni się nietylko dla poznania owych substancyj lecz także dla wyjaśnienia mechanizmu przemiany pewnych innych związków, dających im początek.

Już sam fakt obecności lub zupełnego braku antocjanu w niektórych rodzajach i gatunkach roślin, względnie w pewnych tkankach lub nawet w pewnych komórkach tych samych tkanek, stawia fizjologowi pytanie, dlaczego te same zasadnicze składniki treści komórki mogą dać początek antocjanowi w jednych przypadkach, a wcale nie w innych. Zagadnienie to nie prędko jeszcze może być rozwiązane, gdyż wymaga uprzedniego. dokładnego poznania przemiany materji w roślinach. W każdym razie w tym kierunku zmierza badanie genezy antocjanu, które cofać będzie fizjologa krok za krokiem wstecz do coraz bardziej odległych produktów przemiany pewnych związków, zwłaszcza cukrów, aż zostanie wyśledzony cały nieprzerwany łańcuch reakcyj, prowadzących ostatecznie do wytworzenia owych barwików.

Przyczyny jakie ułatwiają względnie utrudniają przemianę prekursorów antocjanu czyli antocjanogenów w antocjan były już od dawna przedmiotem bardzo licznych badań, które jednak bynajmniej nie zostały jeszcze ukończone. W zagadnieniu tem skoncentrowano całą uwagę na to, czy ostateczne przejście bezbarwnych antocjanogenów w antocjan odbywa się na drodze ich redukcji czy też utlenienia. Większość fizjologów była i jest zdania, że w owem zjawisku zachodzi utlenianie a nie redukcja antocjanogenów. Tego poglądu był już Gautier w 1878 r. (cyt. Laborde, 8) i Malvezin (9). Niektórzy nawet sądzili, że biorą w tem udział enzymy utleniające, czyli oksydazy; do zwolenników tej hypotezy należy Buscalioni i Polacci (1904 r.), Miss Wheldale (ś. p. Hon. Mrs. Onslow) (12), Keeble i Armstrong (cyt. Jonesco, 4b) i niektórzy inni. Hypoteza jednak ta nie mogła być poparta przez doświadczenia *in vitro*. Pośrednio tylko można było o tem wnioskować z wyników badań, przeprowadzonych przez Miss Wheldale (12), według których płatki kwiatów mogą zawierać bądźto tylko antocjanogeny, bądź też tylko oksydazy albo też jedne i drugie razem w tych samych komórkach; otóż, podczas gdy w tym ostatnim przypadku antocjan był z reguły wytwarzany, w dwóch innych przypadkach tkanki pozostawały wolne od antocjanu. Hypotezę ową poparła Miss Wheldale na drodze genetycznej, a mianowicie w ten sposób, że poddała skrzyżowaniu odmianę białą *Antirrhinum majus*, posiadającą oksydazy lecz wolną od antocjanogenów, z odmianą żółtą, zawierającą w koronie kwiatowej antocjanogeny lecz pozbawioną w tych samych komórkach oksydaz; mieszaniec w ten sposób otrzymany, rozwinął kwiaty o pięknej barwie czerwonej — Magenta. Doświadczenie to dowodzi, że do powstawania antocjanu jest niezbędny udział dwóch jakichś składników, z których jeden ma cechy antocjanogenu, a drugi zachowuje się jak substancje, nazwane oksydazami, bez względu na to, czy są one rzeczywiście enzymami czy też pewnymi związkami nieenzymatycznemi. Obfite występowanie związków flawonowych w odmianach wolnych od antocjanu skłoniło Miss Wheldale do postawienia hypotezy, że flawony są prekursorami antocjanów. Wkrótce jednak okazało się, że flawonole, wyizolowane z roślin, nie dały antocjanu przez utlenianie, zato utworzyły jakiś barwik czerwony, wskutek ich redukcji pod wpływem wodoru *in statu nascendi*, wywią-

zywanego z kwasu solnego za dodaniem pyłku cynkowego lub magnezu (E v e r e s t, 2).

Owo spostrzeżenie stało się punktem wyjścia dla prac W i l l s t ä t t e r'a (13), który otrzymał z flawonolu (kwercetyny), poddanego działaniu magnezu w obecności kwasu solnego, barwik czerwony, wprawdzie przeważnie odmienny od antocyanidyny czyli t. zw. allocyanidynę, lecz też nieco barwika rzekomo identycznego z antocyanidyną. To skłoniło W i l l s t ä t t e r'a do podania wzoru strukturowego dla antocjanidyny, który przypomina zasadniczo takiż wzór flawonolu, a nadto do postawienia hypotezy, że w naturze antocjan powstaje przez redukcję flawonoli. Hypoteza owa została nietylko ogólnie przyjęta lecz też wkrótce wzmocniona przez prace F r e u d e n b e r g'a, K a r r e r'a, A s a h i n'y (I) i innych. Z czasem znaleziono, że najpospolitsze antocjanidyny mają być pochodnemi głównie trzech flawonoli, a mianowicie kemferolu (pelargonidyna), kwercetyny (cjanidyna) i myrycetyny (delfinidyna); niektóre zaś inne mają powstawać przez metylowanie owych trzech zasadniczych antocjanidyn, jak np. peonidyna (eter monometylowy cjanidyny) i syringidyna (eter dwumetylowy delfinidyny) (K a r r e r). Często nie jeden lecz kilka owych związków ma się znajdować w tych samych tkankach. Podobne związki, otrzymane syntetycznie przez W i l l s t ä t t e r'a (1924) i R o b i n s o n'a (1931, 1932) miały być identyczne z antocjanidynami naturalnemi. Tak więc kwestja sposobu powstawania antocjanu z jego chromogenów zdawała się być zupełnie rozwiązaną.

Autor jednak doszedł do wniosku na podstawie własnych dawniejszych i nowszych badań, że w naturze antocjany powstają nie przez redukcję lecz przez utlenianie antocjanogenów, a bliższe wglądnięcie w szczegóły prac W i l l s t ä t t e r'a i innych zwolenników jego hypotezy doprowadziło autora do przekonania, że hypoteza W i l l s t ä t t e r'a zbudowana jest na mylnej interpretacji otrzymanych wyników, oraz na licznych przesłankach teoretycznych, którym brak jest dostatecznego poparcia eksperymentalnego.

HISTORJA I WYNIKI BADAŃ PRZEPROWADZONYCH PRZEZ AUTORA.

Pierwsze badania orjentacyjne nad genezą antocjanu były rozpoczęte przez autora w 1919/20 r. w *Zakładzie Fizjologji Roślin Uniwersytetu Warszawskiego* (obecnie *Józefa Piłsudskiego)*, lecz

zostały przerwane w lecie 1920 r. Wyniki owych licznych badań nie były kompletne i dlatego nie zostały ogłoszone. Niektóre z nich przedstawiają się w ogólnych zarysach następująco:

Najpierw przeprowadzono próbę z tkankami całkowitemi, bez wyizolowania chromogenów, by uniknąć ewentualnej zmiany substancyj, z natury już bardzo wrażliwych na działanie odczynników. Do badań służył materjał świeży, zbierany w *Ogrodzie Botanicznym*. Użyto do tego przedewszystkiem młodych płatków z pączków kwiatowych, które po rozwinięciu się tworzyły antocjan oraz z takich samych odmian tych samych gatunków, które nie produkowały antocjanu. Badano też jagody zielone, które w okresie ich dojrzewania wytwarzały barwiki czerwone. Chodziło przytem głównie o wykazanie, czy barwiki będą się wytwarzać w badanym materjale w nieobecności tlenu powietrza.

Tkanki roztarte w moździerzu pozostawiono w atmosferze wilgotnej w dostępie powietrza w ciągu kilkunastu godzin. Dla porównania zaś, takie same tkanki rozcierano w świeżym 1%-wym roztworze siarczynu sodu i pozostawiono w naczyniu szczelnie zamkniętem. W pierwszym przypadku wytwarzał się wkrótce czasem barwik czerwony, mający liczne cechy mikrochemiczne antocjanu, ale tylko w tkankach takich, które normalnie tworzyły antocjan po rozwoju kwiatów, płatki zaś kwiatów, które nie produkowały antocjanu w naturze, nie tworzyły tego barwika także *in vitro*. W roztworze zaś siarczynu tkanki pozostawały w obu przypadkach wolne od antocjanu. Widocznie więc tlen sprzyja zmianom prowadzącym do wytwarzania barwików. Najdogodniejszym materjałem do wykazania takiego wpływu tlenu okazały się dojrzewające, lecz jeszcze blado-zielono zabarwione, jagody *Viburnum prunifolium*, które wytwarzały momentalnie w ich miękiszu barwik czarny w chwili ich zranienia lecz pozostawały niezmienione w swej pierwotnej barwie, jeśli roztarto je w roztworze siarczynu i trzymano następnie w naczyniu zamkniętem. Takie same jagody, niezranione i trzymane w wodzie w naczyniu otwartem, brunatniały w ciągu kilku dni lub nawet przed upływem jednej doby, podczas gdy jagody, trzymane w wodzie lub w alkoholu bez dostępu powietrza, nie czerniały nawet w ciągu kilku tygodni. Jakkolwiek barwik ten jest odmienny od antocjanu, sposób jego powstawania wskazuje w każdym bądź razie na to, że na takiej drodze, t. j. przez utlenianie, powstaje czerwony barwik w jagodach

pokrewnego gatunku kaliny, a mianowicie *Viburnum Opulus*, który pojawiał się, jeśli miękisz owoców rozcierano w dostępie powietrza.

Równolegle z owemi próbami badano też reakcję chromogenów wyizolowanych z niektórych roślin. Woda utleniona nie powodowała powstawania barwików, prawdopodobnie wskutek jej zbyt silnego działania; kwas osmowy ulegał wprawdzie mniej lub więcej redukcji i wywoływał czasem bardzo nietrwałe i lekkie zabarwienie lecz antocjanu tą drogą nie otrzymano. Kwas siarkowy, niezbyt stężony, nie wytwarzał barwika; pięciotlenek fosforu, dodany do suchej substancji, wywoływał często powstawanie barwika czerwonego, nawet bardzo intensywnie lecz szybko powodował też jego dalszą zmianę. Chlorek glinu, zmieszany z suchą substancją, wywoływał czasem pojawienie się barwika czerwonego. Stosunkowo najlepiej reagowały substancje wyizolowane z miękiszu kory drzew, jak np. *Salix viminalis*, *Rhamnus cathartica* i *Prunus* sp. Prawdopodbnie zachodziła w owych reakcjach kondensacja i równocześnie utlenianie jakichś glukozydów, z wytworzeniem barwików o charakterze nieznanym. Wogóle trudno było znaleźć jakiś środek utleniający, któryby utleniał tylko grupę chromoforową, a równocześnie nie atakował reszty drobiny badanego związku.

Badania tego rodzaju były kontynuowane przez jakiś czas w 1921 r. podczas pobytu autora we Francji. Związki o barwie żółtej, wyizolowane z korzeni buraka morskiego *(Beta maritima)* i buraka cukrowego, dały przez utlenianie, a nie przez redukcję barwik czerwony, przypominający barwik ćwikły (6a). Trudno jednak było wykazać, czy barwik ów był identyczny z naturalnym. J o n e s c o (4a), posługując się metodą autora, zamienił w barwik czerwony chromogen, wyizolowany ze skórki kwiatów *Cobaea scandens* i zdołał też otrzymać antocjan przy pomocy preparatu oksydaz z *Russula delica*. Autor jednak, w dalszej swej pracy, przeprowadzonej w *Zakładzie Fizjologji Instytutu im. Nenckiego* w 1922 r., próbował, między innemi, także działania oksydaz lecz bez powodzenia; możliwe więc, że w doświadczeniu, opisanem przez J o n e s c o, czynne były jakieś substancje zawarte w ekstrakcie kwiatów, a nie produkty grzybów.

W dalszych swych badaniach posługiwał się autor (6b) metodą E v e r e s t'a dla wykazania antocjanogenów, bez przesądzenia kwestji, czy antocjan powstaje w naturze przez redukcję

chromogenów, jak to przyjął Willstätter. Jakkolwiek barwiki, ową metodą otrzymywane, miały pewne ogólne cechy antocjanu, trudność otrzymania takiego barwika z chromogenów pewnych roślin nie pozwalała na poparcie hypotezy Willstättera. Chromogen, wyizolowany np. z białych kwiatów pelargonji, zadany kwasem solnym i magnezem, nie zmieniał się z początku i dopiero przy nadmiernie długiem działaniu dawał w końcu osad czerwono-brunatny, różniący się znacznie od barwika pelargonji czerwonej.

Chociaż autor nie mógł znaleźć jakiegoś łagodnego środka utleniającego, przy pomocy którego udałoby się odtworzyć sztucznie reakcję naturalną, wyniki badań, opisanych na wstępie, utrzymywały go w przekonaniu, że antocjan powstaje w naturze przez utlenianie, a nie przez redukcję jego chromogenów. Dalsze badania w tym kierunku zostały przerwane na długie lata wskutek walki o byt, która rzuciła autora w czasie jego pobytu w gościnnych Stanach Zjednoczonych w dziedzinę badań zakaźnych chorób zwierząt i drzew owocowych. Dopiero w 1935 r. autor miał znów sposobność powrócić do owego zagadnienia i to tylko okolicznościowo, kiedy przy badaniu procesów oksydacyjno-redukcyjnych zostały znalezione w nasionach grochu i fasoli substancje, które były bardzo czynne w owych procesach, a nadto dawały pod wpływem bardzo łagodnych środków utleniających barwiki (fiołkowo-niebieski z grochu i ceglasto-czerwony lub różowy z fasoli), bardzo podobne do barwików spotykanych w kwiatach tych gatunków roślin. Substancje owe jednak nie dały przez redukcję żadnego barwika lecz wprost przeciwnie, traciły zupełnie swą naturalną barwę żółtawą. Ponieważ środki utleniające, użyte do owej redukcji, nie atakowały zbytnio drobiny owych związków, barwik, przy ich pomocy otrzymany, jest prawdopodobnie blisko pokrewny, jeśli nie identyczny, z barwikiem naturalnym. Powyższe spostrzeżenia skłoniły autora do tymczasowego przerwania badań procesów oddychania roślin, w celu ponownego zajęcia się kwestją genezy antocjanów.

I. DOŚWIADCZENIA Z CHROMOGENAMI NASION GROCHU I FASOLI.

Nasiona grochu wzgl. białe nasiona fasoli zadano podwójną ilością wody i pozostawiono przez kilkanaście godzin, by napęczniały. Potem zalano je metanolem, uprzednio oczyszczonym przez

destylację z nad wapna palonego. Po dwudziestu godzinach ekstrakt odlano, przesączono i uwolniono od metanolu przez destylację przy możliwie niskiej temperaturze, używając ku końcowi zmniejszonego ciśnienia. Pozostały płyn miał barwę żółtą.

Reakcje:

1. Metanolowy ekstrakt z grochu, ogrzewany ostrożnie z kwasem solnym, przybierał stopniowo barwę fiołkową o odcieniu niebieskawym, a w końcu winowo-czerwoną. Takiż ekstrakt z nasion fasoli przybierał w takich samych warunkach barwę różowo-czerwoną.

2. Ekstrakt, uwolniony od metanolu i zadany odcinkiem wstążki magnezowej w obecności kwasu solnego, uległ zupełnemu odbarwieniu.

3. Płyn, pozostały po usunięciu metanolu z ekstraktu, zadano roztworem octanu ołowiu. Wytrącony osad odsączono. Filtrat po osadzie, zadany małą ilością rozcieńczonego amoniaku, dał jeszcze nieco związku ołowiowego.

Osady, otrzymane z ekstraktu grochu, rozłożono rozcieńczonym kwasem siarkowym. Filtrat po siarczanie ołowiu miał barwę fiołkową o odcieniu niebieskawym. Związek ołowiowy, otrzymany z ekstraktu z białych nasion fasoli, wysuszony i rozłożony kwasem solnym w obecności metanolu, dał barwik różowo-czerwony.

Barwiki owe przechodzą w alkohol amylowy podczas ogrzewania płynu w obecności kwasu solnego, a ulegają odbarwieniu przez redukcję t. j. przez działanie wodoru *in statu nascendi*, wywiązywanego przez magnez z kwasu solnego.

4. Takie same barwiki powstają, jeśli ekstrakt z nasion zadano roztworem chlorku rtęci.

5. Ekstrakt z nasion grochu, uwolniony od metanolu, nie zmieniał swej żółtawej barwy po zakwaszeniu kwasem siarkowym. Jeśli zadano go uprzednio kroplą roztworu chlorku żelaza, zobojętniono ostrożnie amoniakiem i pozostawiono przez kilka godzin w naczyniu otwartem, następne zakwaszenie kwasem siarkowym spowodowało wystąpienie barwy winowo-czerwonej, co wskazuje, że utlenienie chromogenu było niezbędne do powstania barwika.

Po powyższych ogólnych próbach orjentacyjnych przystąpiono do badania antocjanu z kwiatów, przyczem oparto się na następującem założeniu: jeśli antocjan powstaje przez redukcję anto-

cjanogenów, barwik ten powinien być odporny na dalsze działanie łagodnych środków redukujących, a powinien natomiast ulegać odbarwieniu pod działaniem środków utleniających. Poniżej jednak opisane doświadczenie wskazuje, że antocjan, wprost przeciwnie, reaguje na działanie środków redukujących bardzo łatwo przez utratę swej barwy, a odzyskuje ją spowrotem pod następnym wpływem środków utleniających. Pod tym względem barwik, otrzymany sztucznie metodą Everesta przez redukcję flawonoli, zachowuje się odmiennie, co dowodzi, że nie jest on identyczny z antocjanem.

II. DOŚWIADCZENIA Z ANTOCJANEM.

Ponieważ antocjan ulega bardzo łatwo zmianie pod wpływem odczynników stosowanych do jego wyizolowania, przeprowadzono doświadczenia z świeżym surowym ekstraktem antocjanu, sporządzonym z świeżych kwiatów. Płatki kwiatów wyciągnięto gorącym 5%-ym roztworem kwasu cytrynowego lub octowego.

1. *Redukcja antocjanu zapomocą magnezu.*

Świeży ekstrakt zadano odcinkiem wstążki magnezowej i zatkano probówkę korkiem gumowym tak, by go nie wysadziły wywiązujące się gazy. (Pożądanem jest przytem używanie aparatu, z którego można zupełnie usunąć powietrze; w braku jednak takiego, autor posługiwał się tylko odcięciem dalszego dopływu tlenu). W ciągu kilku minut płyn uległ częściowemu, niemal zupełnemu odbarwieniu. Po następnem otwarciu próbówki powracała dawna barwa czerwona. Jeśli nastąpiło zupełne odbarwienie płynu, następny dopływ tlenu przywracał barwę czerwoną tylko częściowo.

2. *Redukcja antocjanu zapomocą hydrosiarczynu sodu* ($Na_2S_2O_4$).

Świeży ekstrakt antocjanu z kwiatów *Pelargonium zonale* zadawano po kropli świeżym 1%-wym roztworem hydrosiarczynu sodu aż do zupełnego odbarwienia płynu. Potem dodawano po kropli roztworu jodu w alkoholu. W pewnym momencie, a mianowicie skoro hydro-siarczyn uległ zupełnie utlenieniu, wystąpiła spowrotem pierwotna barwa czerwona płynu, która potęgowała

się przy dalszem dodawaniu jodu. (Ewentualny nadmiar tego ostatniego można spowrotem usunąć przez dodanie kropli silnie rozcieńczonego roztworu hydrosiarczynu).

Powyższa reakcja wskazuje aż nadto wyraźnie, że antocjan powstaje przez utlenianie, a nie przez redukcję.

III. REAKCJA CZERWONEGO BARWIKA OTRZYMANEGO SZTUCZNIE PRZEZ REDUKCJĘ FLAWONOLI METODĄ EVEREST'A.

Chodziło tu przedewszystkiem o zbadanie, czy barwik otrzymany przez Willstätter'a z flawonoli będzie tak samo się zachowywał wobec powyższych odczynników redukujących, by w ten sposób stwierdzić, czy jest on identyczny z barwikiem naturalnym. W tym celu wyizolował autor flawonol z kwiatów żółtej odmiany bratka ogrodowego *(Viola tricolor)*, który dał barwik czerwony pod działaniem magnezu w obecności kwasu solnego. Barwik jednak taki, w przeciwstawieniu do antocjanu wyciągniętego z niebieskich kwiatów bratka lub jakiejkolwiek innej rośliny, nie ulegał odbarwieniu przy dalszem działaniu wodoru, wywiązywanego z kwasu solnego przez magnez ani też pod wpływem hydrosiarczynu; nawet przy nadmiarze tego ostatniego utrzymywała się barwa czerwona, która przy następnem dodaniu jodu przeszła w pomarańczową. Flawonole, wyizolowane przez autora z kwiatów, nie dawały antocjanu ani jakiegokolwiek innego czerwonego barwika pod redukującem działaniem hydrosiarczynu. Płyn, traktowany tym odczynnikiem, pozostał w swej oryginalnej barwie żółtawej niezmieniony i nie wykazał przejścia w barwę czerwoną po następnem dodaniu jodu.

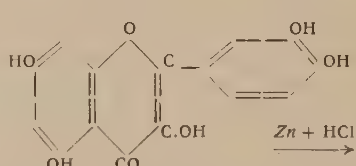
Ekstrakty z kwiatów, zawierających flawonole, sporządzone zapomocą alkoholu w obecności kwasu cytrynowego, nie dały barwika czerwonego po następnem dodaniu magnezu i działaniu wywiązywanego w ten sposób wodoru. Redukcja więc owemi środkami nie przeprowadziła flawonoli w antocjan. Pojawienie się czerwonego barwika w roztworze flawonoli, zadanym silnym kwasem mineralnym i magnezem, wskazuje, że musiała tu zajść kondensacja drobin flawonoli z wytworzeniem jakiegoś barwika, zupełnie zresztą odmiennego od antocjanu. Reakcja bowiem taka nie zachodzi przy użyciu kwasów organicznych, mimo nawet bardzo energicznego wywiązywania wodoru pod wpływem magnezu dodanego do ekstraktu.

Wyniki owych doświadczeń nie zgadzają się zupełnie z hypotezą postawioną przez W i l l s t ä t t e r'a.

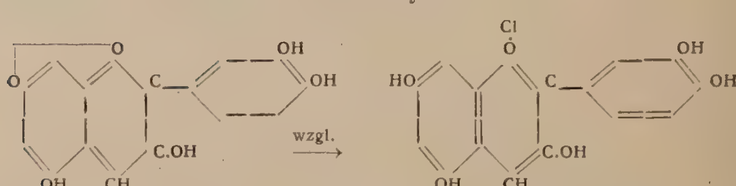
DYSKUSJA I WNIOSKI.

W i l l s t ä t t e r, jak już wyżej wspomniano, opierając się na reakcji powstawania barwika czerwonego z flawonoli pod wpływem wodoru *in st. n.*, nie tylko postawił mylną hypotezę co do sposobu powstawania antocjanu w naturze lecz także na tej samej podstawie podał błędny zasadniczy wzór strukturowy dla drobiny antocjanidyn, który został przyjęty, podobnie jak i owa hypoteza, przez innych uczonych, mimo, że W i l l s t ä t t e r nie dał żadnych konkretnych dowodów dla słuszności jego hypotez, a opierał się głównie na znanych już oddawna wzorach strukturowych flawonoli, przyczem wysnuwał dalsze wnioski na drodze czysto spekulatywnej.

Według W i l l s t ä t t e r'a drobina antocjanidyny zawiera pierścień pyryljowy, w którym atom tlenu jest czterowartościowy i ma zdolność wiązania chloru kwasu solnego z wytworzeniem chlorku oksoniowego. Przejście np. kwercetyny w barwik. uznany przez niego za cjanidynę, przedstawił W i l l s t ä t t e r następującemi wzorami:



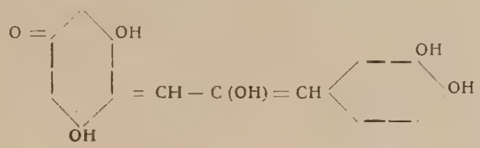
kwercetyna



cjanidyna chlorek cjanidyny

Przyjęcie takiego wzoru dla antocjanidyny naturalnej jest czemś zupełnie nowem w chemji związków organicznych i nie jest poparte przez żadne dowody eksperymentalne.

Wadliwość teoretycznego rozumowania Willstätter'a można też zauważyć w jego interpretacji natury barwika powstającego z flawonolu. Już sam Willstätter spostrzegł się, że przeważająca większość barwika, otrzymanego sztucznie, nie jest identyczna z antocjanem i dlatego nazwał go allocjanidyną, dla której podał następujący wzór strukturowy:



Również przyjęcie tego wzoru nie zostało poparte przez żadne dowody eksperymentalne i jest zupełnie nieuzasadnione nawet czysto teoretycznie, gdyż rozerwanie pierścienia pyronowego pociągnęłoby za sobą raczej zniknięcie niż wystąpienie barwy. Przyjęcie równoczesnego powstania grupy chinonowej w aromatycznym pierścieniu, który był pierwotnie skondensowany z pierścieniem pyronowym, stawia Willstätter'owi pytanie, w jaki sposób mogło to nastąpić podczas działania wodoru *in statu nascendi* na flawonol.

Prócz owej rzekomej allocjanidyny, która zapewne przedstawiała produkt kondensacji kwercetyny, otrzymał Willstätter jakiś, nieco odmienny barwny produkt kondensacji, jakkolwiek w bardzo małej ilości, a mianowicie zaledwie 0,165 g z 30 g użytej ku temu kwercetyny, który zdaniem Willstätter'a był z całą pewnością identyczny z naturalną cjanidyną. Powyższe jednak dwa przykłady wzorów strukturowych i interpretacji, podanych przez Willstätter'a, podkopują ową pewność.

Dla wyjaśnienia budowy chemicznej drobiny antocjanów trzeba rozpocząć badania na nowo, przyczem należy najpierw poznać naturę antocjanogenów, które zdaniem autora nie są flawonolami, jakkolwiek są blisko z niemi spokrewnione i mogą prawdopodobnie przechodzić w nie w roślinach.

Wnioski, wysnute przez autora na podstawie jego własnych badań, znajdują swe poparcie w spostrzeżeniach poczynionych przez Freudenberg'a (3), który stwierdził, że antocjanidyny, poddane redukcji, przechodzą w związki bezbarwne, określone przez niego jako epikatechiny. Na szczególną jednak uwagę zasługują doświadczenia opisane przez Kuhn'a (7), który zdo-

łał przeprowadzić cjanidynę, poddaną redukcji w roztworze pirydyny, zobojętnionej kwasem octowym, przy pomocy pyłku cynkowego w nieobecności tlenu, w związek barwny, określony przez niego jako leuko-cjanidyna, który na powietrzu odzyskiwał pierwotną barwę cjanidyny. Mamy więc tu to samo zjawisko, jakie obserwujemy w wyżej opisanem doświadczeniu z hydrosiarczynem i jodem, a do pewnego stopnia także w przypadku działania magnezu w obecności kwasów organicznych.

Przechodzenie naturalnych związków bezbarwnych w zabarwione bez stosowania odczyników redukujących było obserwowane już przez Laborde (8) i Melvezin (9), którzy otrzymali barwiki czerwone przez ogrzewanie ekstraktu z nasion winogron w obecności rozcieńczonego kwasu solnego wzgl. czystej wody. Takie same „sztuczne antocjany" otrzymał Tswett (11). Nowsze badania, przeprowadzone przez małżonków Robinson (10c) wykazały, że bezbarwne związki, niewłaściwie nazwane leuko-cjanidynami, mające cechy antocjanogenów, są bardzo rozpowszechnione w tkankach roślin wyższych, gdzie związki te, zdaniem autora, odgrywają bardzo ważną rolę w procesach oksydacyjno-redukcyjnych i funkcjonują obok innych chromogenów jako t. zw. barwiki oddychania *(Atmungspigmente)* Palladin'a.

Wyniki badań, przeprowadzonych przez autora, poparte przez wyżej omawiane spostrzeżenia wielu innych badaczy, dowodzą, że antocjam powstaje w roślinie przez utlenianie a nie przez redukcją antocjanogenów.

Wprawdzie barwna reakcja flawonoli z kwasem solnym w obecności magnezu lub cynku, nadaje się do wykrycia obecności flawonoli w tkankach roślin, lecz bynajmniej nie może służyć jako dowód, że antocjany powstają przez redukcję flawonoli. Hypoteza, postawiona przez Willstätter'a, nie wytrzymuje krytyki doświadczalnej i nie może się dłużej utrzymać. Badania przeto nad genezą antocjanów należy prowadzić w zupełnie nowym kierunku, odmiennym od tego, jaki podał Willstätter.

Autor pozwala sobie złożyć w tem miejscu wyrazy głębokiej wdzięczności J. W. Panu Stanisławowi Michalskiemu, Dyrektorowi *Funduszu Kultury Narodowej,* przy którego zasiłku była wykonana zarówno powyższa praca, jak i badania nad rolą glutationu w fermentacji alkoholowej, ogłoszone w tem czasopiśmie, tom XII, str. 75—82 (1935).

SUMMARY.

The anthocyanins were extracted from the flowers of *Pelargonium zonale* and of some other plants by means of a hot, 5 per cent solution of citric acid.

The extracts became more or less decolorized after magesium was added, and a further access of air was cut off; the original red color of the liquid was only partly restored when extract, so treated, was again exposed to the influence of air.

Sodium hydrosulfite ($Na_2S_2O_4$), when carefully added, caused that an extract of anthocyanins became quick and completely colorless; a consecutive treatment of such liquid with a proper amount of tincture of iodine caused the immediate reappearence of the red color in both its original intensity and its shade.

No red pigment could be produced when flavonols, extracted from the flowers, were treated either with magnesium in the presence of citric and other organic acids, or under influence of sodium hydrosulfite and a consecutive action of iodine.

A red pigment which was obtained by an action of magnesium upon flavonols in the presence of hydrochloric acid has been found to be different from the anthocyanins already in this respect that it did not become decolorized by sodium hydrosulfite, and it turned orange-yellow after a consecutive action of iodine.

The above findings corroborate the old hypothesis on the formation of anthocyanins by oxidation, and, on the other hand, they indicate that the hypothesis, put by Willstätter, according to which anthocyanidins are formed in nature by a reduction of flavonols, demands a revision.

LITERATURA.

1. Asahina u. Inubuse: Ber. chem. Ges., *64*, 1256 (1931).
2. Everest: Proc. Roy. Soc. London, B., *87*, 444 (1913/14).
3. Freudenberg: Liebig's Ann. *444*, 135 (1925).
4. Freudenberg u. Kammüller: Liebig's Ann. *451*, 209, 213 (1926).
   Ber. chem Ges. *53*, 1416 (1920).
   55, 1734 (1922).
   Freudenberg, Carrara u. Cohn: Liebig's Ann. 446, 87 (1925).
   Freudenberg, Fikenscher u. Wenner: Liebig's Ann. 442, 309 (1925).
4. Jonesco: a) C. R. Ac. Sc. Paris, *173*, 1006 (1921).
   b) C. R. Ac. Sc. Paris, *175*, 592 (1922).

5. Karrer u. Widmer: Helv. chim. Acta, *10*, 23, 67, 729 (1927).
6. Kozłowski: a) C. R. Ac. Sc. Paris, *173*, 858 (1921).
b) Prace Instytutu im. M. Nenckiego Nr. 27, 1923.
7. Kuhn u. Winterstein: Ber. Chem. Ges. *65*, 1742 (1932).
8. Laborde: C. R. Ac. Sc. Paris, *146*, 1411 (1908).
9. Malvezin: C. R. Ac. Sc. Paris, *147*, 384 (1908).
10. Robinson: a) Biochem. J., *25*, 1687 (1931).
b) Robinson a. Todd: J. Chem. Soc. 2293, 229, 2488 (1932).
c) Robinson a. Robinson: J. Chem. Soc. London, 744 (1935).
11. Tswett: Biochem. Ztschr., *58*, 225 (1914).
12. Wheldale: The anthocyanin pigments of Plants. Cambridge 1916.
13. Willstätter i współpracownicy: Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Berlin, 769 (1914).
Liebig's Ann. 408, *1*, (1915).
412, 164, 178 (1916).
Ber. Chem. Ges., *57*, 1938, 1945 (1924).

T. DOMINIK i M. MORAWSKI.
(Z Zakładu Botaniki Ogólnej U. P.).

SPOSTRZEŻENIA NAD GATUNKAMI *ITHYPHALLUS IMPUDICUS* (L.) FR. I *ITHYPHALLUS IMPERIALIS* (SCHULZER).

(Bemerkungen zu *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. und *Ithyphallus imperialis* Schulzer).

(Wpłynęło 30. X. 35)

I.

Z opisanym przez Schulzera gatunkiem *Phallus imperialis* (Schulzer 1866, Kalchbrenner 1875) łączy się ogromnie zagmatwana dyskusja w literaturze mykologicznej. Nadto do dzisiaj nie rozstrzygnięto definitywnie kto ma rację, czy Schulzer i Jaczewski (1911), którzy uważali powyższą formę za gatunek wyraźnie odseparowany od pokrewnego *Phallus impudicus* L., czy Fischer (1933), Saccardo (1888) i inni autorowie, którzy twierdzili, że obie te formy są na tyle bliskie sobie, że *Phallus imperialis* należy uważać za modyfikację lub co najwyżej za odmianę *Phallus impudicus*. Autorowie niniejszej pracy postawili sobie za zadanie przedstawienie własnych spostrzeżeń, poczynionych nad obu formami, oraz skontrolowanie związanych z niemi wiadomości z literatury.

Dla usprawiedliwienia późniejszych wniosków uważamy za celowe podanie pierwotnej djagnozy Schulzera, którą zaczerpnęliśmy z pracy Kalchbrennera (1875), zawierającej opisy tak Schulzera jak i Kalchbrennera. Djagnoza ta jest powtórzona przez Schulzera, gdyż pierwotnie już w 1866 r. opisał tego samego grzyba pod nazwą *Kirchbaumia imperialis* (według Jaczewskiego (1911)).

Phallus imperalis Schulzer.

Descriptio: *„Uterus, dum e terra egreditur fere pyriformis 1—4 cm altus, 1—3 cm crassus, basi plicatus, laete purpureus, demum purpureo — rufescens, interiori pagina alba, caeterum illo Phalli impudici similis. Idem valet de stipite, modo quod membrana stipitis basim amplectens rubra est et utero adnata. Receptaculum mitratum, campanulatum 1,5—2 cm longum et latum, reticulato cellulosum, atro - viride, margine lobatum et passim reflexum limbum interiorem rugoso plicatum, album ostendens, indusio tenui, membranaceo, subdiaphano, albo cum stipite conjunctum. Indusium hoc interiori receptaculi pagine supra marginem adnatum, a stipite mox recedit, et margini solo cortinae instar adhaeret demumque disparet. Orificium ad verticem receptaculi disco orbiculari, plerumque eleganter crenato albo — lutescente cinctum".*

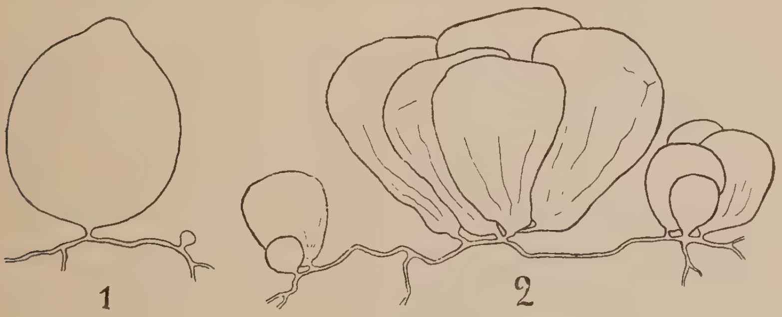
Djagnoza powyższa jest niezupełnie kompletna, gdyż brakuje jej spostrzeżeń mikroskopowych. Braki powyższe spowodowały wątpliwości u Saccardo (1888) oraz u Fischera (według Hollósa (1904), którzy to autorowie, korygując spostrzeżenia Schulzera opisali powtórnie *Phallus imperialis* Schulzer, jako *Phallus impudicus* (L.) Fr. var. *imperialis*. Każdy z powyższych autorów podał oddzielny opis i tak Saccardo (1888), jako jedyne cechy różniące obie formy podaje dla var. *imperialis:*

„Volva rosea; apicis annulo margine crenulato".

Autor ten pomija jednak milczeniem taką różnicę, jak występowanie indusium u *Phallus imperialis,* którego brak u *Phallus impudicus*, co znów uwypukla w swych opisach Fischer (u Hollósa (1904)). U Hollosa również znajduje się dokładny opis zbiorowego gatunku *Phallus impudicus* L., oraz sprawozdanie Hazslinskyego z dyskusji na temat wartości systematycznej *Phallus imperialis* Schulzer, prowadzonej przez Schaeffera, Kalchbrennera i Fischera. Dyskusja ta ze względu na rozbieżność zdań, kwestji nie rozstrzygnęła. Twierdzono, że Schulzer odwołał istnienie *Phallus imperialis* jako odrębnego gatunku. Jednakże Schulzer (1883, 1886) (nr. spis. liter. 9 i 15) sprostował to nieporozumienie, twierdząc, że zaszła pomyłka, gdyż dyskusja toczyła się na temat *Phallus imperialis* Kalchbrenner, którego on nie zna, a opisał *Phallus im-*

perialis Schulzer (w dziele Kalchbrennera), co do którego istnienia niema żadnych wątpliwości.

Wreszcie Jaczewski (1911) zebrał dokładnie wszelkie dane z literatury o *Phallus impudicus* i *Ph. imperialis*, oraz przeprowadził spostrzeżenia nad obu formami i w konkluzji doszedł do przekonania, że formy te są dobremi gatunkami. Mówi on, że „...*il m'a été imposible de constater aucune transition entre le type impudicus et le type imperialis. J'ai toujours retrouvé le caractères tranchés, qui, selon mon opinion, ont une valeur specifique*". Oraz w dalszej części pracy znajdujemy: „...*l'éspèce de Schulzer me semble même une bonne éspèce, et dont la diagnose me parait*



Ryc. 52.
1) *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. — wygląd zewnętrzny jaja.
2) *Ithyphallus imperialis* Schulzer — wygląd zewnętrzny jaj zebranych w gniazda. (rys. T. Dominik).

utile à reproduire ici". Jednakże Jaczewski nie reprodukuje djagnozy Schulzera, jak obiecał, lecz opisuje formę *imperialis* na nowo, podając jako swój gatunek, gdyż wiąże go ze starszą nazwą rodzajową *Ithyphallus*.

Uważamy za celowe djagnozę tę również przytoczyć dla łatwiejszego porównania poszczególnych opisów.

Ithyphallus imperialis Jaczewski.

„*Volva alba vel rosea, ovoidea, acuminata vel cylindrica. Stipite albo vel ad basim roseo. Pileus cylindricus, mitratus, apice cum parte volvae ornatus margine lobatus vel planus, reticulato cellulosus, retis magnis, polygonis; gleba atro viride. Sporis eli-*

psoideis subhyalinis, 2—2,5 μ longis, 1,5 μ latis. In locis variis Europae et in America borealis".

Przy sposobności warto nadmienić ogólne zdanie Jaczewskiego o gatunku *Phallus impudicus*, gdyż przyczyni się ono do zrozumienia końcowych wniosków niniejszej pracy. Twierdzi on, że „...*si la delimitation de l'Ithyphallus imperialis me parait s'imposer avec toute évidence, je ne puis passer sous silence qu'a mon avis l'Ithyphallus impudicus tel, qu'il est compris actuellement, me semble être une éspèce collective dont la revision et la delimitation s'imposent*".

Poniżej podajemy tabelkę porównawczą wymiarów zarodników obu form badanych:

Nazwa grzyba:	Fischer:	Jaczewski:	Lindau-Ulbrich:	pomiary własne:
Phallus impudicus	4—5 μ × 1,5—2 μ		3—5 μ × 2 μ	3—6 μ × 1,5—2 μ
Phallus imperialis		2—2,5 μ × 1,5 μ	3—4 μ × 1,5—2 μ	3—4,5 μ × 1,5—2 μ

W końcu należy zaznaczyć, że w literaturze znajdujemy kilka wzmianek o biologji i występowaniu obu form.

Phallus impudicus (L.) Fr. uznany jest za kosmopolitę, który występuje wszędzie, lecz nie posiada stałych stanowisk. Co do *Phallus imperialis* opinja brzmi zgodnie, że jest to nadzwyczaj rzadki grzyb, występujący w różnych miejscach Europy, najczęściej zaś w Europie wschodniej i centralnej. Fischer (1933) kwalifikuje formę *imperialis*, jako element, wchodzący w skład zespołów pontyjskich (zesp. pannoński) w obrębie populacji zbiorowego gatunku *Phallus impudicus* L.

Phallus impudicus (L.) Fr. jest podawany jako pasorzyt na *Vitis* spec. *Gleditschia triacanthos* i *Agropyrum* spec. (Istvanffi 1904, Magnus 1906, Rübsamen, Arnaud 1931), Podobnie *Phallus imperialis* Schulzer podawany jest jako pasorzyt na *Robinia pseudoacacia* i *Vitis* spec. (Delacroix et Maublanc 1927, Dominik 1935).

Na zakończenie części historycznej niniejszej pracy nadmieniamy, że nazwa rodzajowa *Phallus* została zaliczona do synonimiki, a na jej miejsce przywrócono starą nazwę *Ithyphallus* (Sac-

cardo 1888, Jaczewski 1911, Oudemans 1919, Clements and Shear 1931, Gäumann 1926).

II.

Materjał został zebrany przez autorów w Poznaniu w parku sołackim oraz na piaszczystych wzgórzach naprzeciw Zakł. Weter.

ZESTAWIENIE CECH RÓŻNIĄCYCH. BADANE FORMY.

Ithyphallus impudicus (L.) Fr.	*Ithyphallus imperialis* (Schulzer).
1) Kolor grzybni: biały lub kremowy.	kolor grzybni: czerwony lub wiśniowy.
2) Kształt jaj: jajowaty lub cytrynowaty.	kształt jaj: jajowaty, nieregularny lub gruszkowaty.
3) Kolor wolwy: biały lub lekko zielonawo-żółtawy.	kolor wolwy: czerwony, czerwonawy lub wiśniowy.
4) Występowanie jaj: pojedyńczo, rzadziej po dwa naraz.	występowanie jaj: stale gniazdami po kilka sztuk (do 8 w jednem gnieździe).
5) Szczyt kapelusza przy erekcji przebija wolwę i nagi podnosi się do góry.	szczyt kapelusza przy erekcji wyrywa z wolwy część plechy, którą jest przykryty.
6) Osłonka czasem w młodem stadjum wyróżnialna u dojrzałych osobników nigdy nie występuje.	osłonka występuje wyraźnie podczas całego rozwoju.
7) Receptaculum na przekroju podłużnym albo nierozgałęzione albo słabo rozgałęzione.	receptakulum silnie rozgałęzione, nieraz przechodzi całą glebę aż do wolwy dotykając.
8) Kolor gleby: jasno oliwkowy.	kolor gleby: ciemno zielono oliwkowy.
9) Zapach: padliny.	zapach: spermy
10) Zarodniki elipsoidalne bezbarwne lub lekko oliwkowe, 3 — 6 μ × 1,5 — 2 μ.	zarodniki identyczne co do kształtu, 3 — 4,5 μ × 1,5 — 2 μ.
11) Pierścień i otwór na szczycie kapelusza kolisty, wąski.	pierścień i otwór na szczycie kapelusza nieregularny, silnie wykształcony, pokarbowany.

wydz. Roln. Leśn. Uniwers. Poznańskiego w lipcu 1933 r. oraz we wrześniu 1934. Zebrane okazy zakonserwowano w 50% alkoholu z dodatkiem sublimatu w stosunku 1/1000. Ogólny materjał składał się z 18 sztuk jaj *Ithyphallus imperialis*, z których trzy

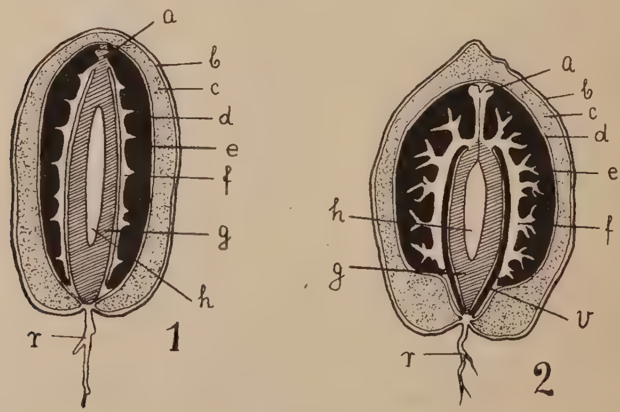
jaja „wystrzeliły" w pracowni, leżąc na wilgotnym papierze, przez co uzyskaliśmy trzy dojrzałe owocniki, oraz z 11 jaj i owocników dojrzałych *Ithyphallus impudicus*. Okazy *Ithyphallus impudicus* pochodziły częściowo z Sołacza, częściowo z Parku Wilsona w Poznaniu (dostarczył F. T e o d o r o w i c z) i z „grodziska", leżącego koło Pobiedzisk (dostarczył mgr. Z. C z u b i ń s k i).

Wyniki badań morfologicznych i anatomicznych, które wykazały liczne różnice między badanemi formami, zamknęliśmy w tabeli na str. 293.

III.

Opierając się na powyższych spostrzeżeniach, jako i na literaturze uważamy za celowe poparcie tezy J a c z e w s k i e g o co do wartości gatunkowej formy S c h u l z e r a, opisanej pod nazwą *Phallus imperialis*. Różnice są dostatecznie wielkie i liczne, aby z łatwością odróżnić gatunki *Phallus imperialis* i *Ph. impudicus*.

Jednocześnie ze względu na pewne braki tak w opisie S c h u l z e r a, jak i J a c z e w s k i e g o, uważamy za stosowne zrekonstruowanie opisu według własnych spostrzeżeń.



Ryc. 53.

1) *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. 2) *Ithyphallus imperialis* Schulzer — przekroje podłużne jaj, a — pierścień szczytowy na kapeluszu, b — exoperidium, c — środkowa warstwa galaretowata, d — endoperidium, e — gleba, f — receptakulum, g — ściana trzona, h — puste wnętrze trzona, v — osłonka, r — rhizomorfy. (rys. T. Dominik).

Ithyphallus imperialis (Szulzer).

Synon.: *Kirchbaumia imperialis* Schulzer. Verhandl. d. K. K. Wiener zool. bot. Ges., 1866. *Phallus imperialis* Schulzer, 1875. *Ithyphallus impudicus* var. *imperialis* Ed. Fischer et auctores. *Ithyphallus imperialis* Jaczewski, Bull. d. la Soc. Mycol. de France, 1911.

Descriptio: *Uterus (volva), dum e terra egreditur, fere pyriformis 1—8 cm. altus et crassus, basi plicatus, laete purpureus, demum purpureo-rufescens, interiori pagina alba, caeterum illo Ithyphalli impudici similis. Idem valet de stipite, modo quod membrana stipitis basim amplectens rubra vel alba est et utero adnata. Receptaculum (pileus) mitratum, campanulatum, 1,5—5 cm. longum et latum, reticulato cellulosum, margine lobatum vel planum, apice cum parte volvae ornatum, indusio tenui membranaceo, subdiaphano, albo cum stipite conjunctum. Indusium hoc interiori receptaculi paginae supra marginem adnatum, a stipite mox recedit, et margini solo cortinae instar adhaeret demumque disparet. Orificium ad verticem receptaculi disco-orbiculari, plerumque eleganter crenato albo lutescente cinctum. Gleba atro-viride-olivacea odorque spermae similis. Sporae elpsoideae hyalinae vel leniter olivaceae, 3—4 μ. longae, 1,5—2 μ. latae. Habitat in locis variis Europae, aliquando modo parasiti in radicibus Robiniae pseudoacaciae L. et Vitis spec.*

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Verfasser gelangten nach Durchsicht der Literatur, sowie auf Grund der Resultate ihrer eigenen Beobachtungen an *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. und *Ithyphallus imperialis* (Schulzer) zu der Ueberzeugung, dass die von Schulzer mit dem Namen *Phallus imperialis* beschriebene Form eine besondere Art für sich bildet, wie aus beigefügter Tabelle ersichtlich ist.

In Hinsicht auf die bisherige Unsicherheit und Divergenz der Beschreibungen, rekonstruieren die Verfasser die Beschreibung Schulzers und ergänzen sie auf Grund eigener Beobachtungen. Die lateinische Schlussdiagnose sei ein endgültiges Resultat vorliegender Arbeit.

Institut f. allg. Botanik d. Univ. Poznań.

Zusammenstellung der Unterscheidungsmerkmale der untersuchten Formen.

	Ithyphallus impudicus (L.) Fr.	*Ithyphallus imperialis* (Schulzer).
1)	Farbe des Fadengeflechtes: weiss oder weisslich-gelb.	Farbe des Fadengeflechtes: rot oder kirschfarben
2)	Auftreten der Eier: einzeln, seltner je zwei zusammen.	Auftreten der Eier: ständig in Nestern zu mehreren bis 8 Stück.
3)	Gestalt der Eier: eiförmig oder zitronenförmig.	Gestalt der Eier: eiförmig, unregelmässig oder birnenförmig
4)	Farbe der Volva: weiss oder leicht grünlich-gelblich.	Farbe der Volva: rötlich, rot oder kirschfarben.
5)	Die Spitze des Hutes durchstösst bei der Erektion die Volva und erhebt sich unbedeckt in die Höhe.	Die Spitze des Hutes reisst bei der Erektion aus der Volva den Teil des Thallus, mit dem es bedeckt ist.
6)	Das in jungen Stadien bisweilen unterscheidbare Indusium tritt bei reifen Individuen nie auf.	Indusium tritt während der ganzen Entwickelung deutlich auf.
7)	Das Receptakulum ist im Längsschnitt nicht verzweigt oder schwach verzweigt	Das Receptakulum ist stark verzweigt, durchdringt oft die ganze Gleba, bis zur Volva reichend.
8)	Farbe der Gleba: hell-olivenfarben.	Farbe der Gleba: dunkelgrün, olivenfarben oder schwärzlichgrün.
9)	Geruch der Gleba: aasartig.	Geruch der Gleba: spermaartig.
10)	Sporen: 3 – 6 μ × 1,5 — 2 μ.	Sporen: 3 — 4.5 μ × 1,5 — 2 μ.
11)	Ring und Öffnung an der Spitze des Hutes sind kreisförmig und eng.	Ring und Öffung an der Spitze des Hutes sind unregelmässig, stark ausgeprägt und gekerbt.

LITERATURA.

1. Arnaud G. et Arnaud M. 1931. Traité de pathologie végétale. T. I i II. Paris.
2. Bambecke Ch. 1889. Recherches sur la Morphologie du Phallus (Ithyphallus) impudicus. Gand.
3. Clements F. and Shear C. 1931. The genera of fungi. New York.
4. Delacroix et Maublanc. 1926. Maladies des plantes cultivées. Maladies parasitaires. Paris.
5. Delacroix et Maublanc. 1927. Maladies des plantes cultivées. Maladies non parasitaires. Paris.

6. Dominik T. 1935. Zagadnienie mykorhizy w świetle historji badań. „Kosmos B". Tom LX, zesz. 2. Lwów.
7. Fischer E. 1933. Gasteromyceteae. (Engler - Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Vol. VIIa). Leipzig.
8. Gäumann E. 1926. Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena.
9. „Hedwigia". 1883, 1886. Ein Notizblatt für Kryptogamische Studien nebst Repetitorium für Kryptogamische Literatur. Dresden.
10. Hollós L. 1904. Die Gasteromyceten Ungarns. Leipzig.
11. Istvanffi G. 1904. Deux nouveaux ravageurs de la vigne en Hongrie. Ann. Inst. Ampel. v. Hongrois. Tome III.
12. Jaczewski A. 1911. Note concernant des formes intéressantes d'Ithyphallus. Bull. d. la Soc. Mycol. d. France. Tome XXVII. Paris.
13. Kalchbrenner K. 1875. Icones selectae Hymenomycetum Hungariae per Stephanum Schulzer et Carolum Kalchbrenner observatorum et delineatorum. Editae sub auspicius Academiae Scientiarum Hungaricae. Budapest.
14. Magnus P. 1906. Über eine Erkrankung des Weinstockes. Bericht. d. d. bot. Ges. XXIV. Berlin.
15. 1883. Oesterreichische Botanische Zeitschrift. XXXIII. Wien.
16. Oudemans C. A. 1919. Enumeratio systematica fungorum. Vol. I.
17. Saccardo P. A. 1888. Sylloge fungorum. Vol. VII, (pars 1). Patavii.
18. Schulzer S. Cytowany według Jaczewskiego ad nr. lit. 12.
19. Vuillemin P. 1907. Les bases actuelles de la systématique en mycologie. Malzeville. Nancy.
20. Vuillemin P. 1912. Les champignons. Essai de classification.

F. KRAWIEC.
(z Zakładu Botaniki Ogólnej U. P.).

CIEKAWE KRASNOROSTY *HILDENBRANDIA RIVULARIS* (LIEBM.) I. AG. I *THOREA RAMOSISSIMA* BORY W WIELKOPOLSCE.

(Interessante Süsswasserrotalgen *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) I. Ag. und *Thorea ramosissima* Bory in Grosspolen).

Dotychczasowe wiadomości o występowaniu krasnorostów na terenie Polski zestawił K. S t a r m a c h w pracy p. t. Beitrag zur Kenntniss der Süsswasserflorideen in Polen (Acta Soc. Bot. Pol. Vol. V. 1928). Z pośród 10 podanych tam gatunków tylko jeden, *Bangia atropurpurea* (Roth) Ag. był obserwowany w Wielkopolsce. W ostatnim czasie udało mi się odnaleźć dwa dalsze gatunki, rzadkie na niżu środkowej Europy, a mianowicie *Hildenbrandia rivularis* oraz *Thorea ramosissima*, ostatni z Polski dotychczas nie notowany.

Hildenbrandia rivularis. Kol. J. U r b a ń s k i doniósł mi, że widział czerwone plamy glonów na kamieniach i skorupach małży w rzece Wełnie poniżej miejscowości Wełna, na półn.-zach. od Parkowa w pow. Obornickim. Dnia 1.XI.1935 odbyłem tam wycieczkę i stwierdziłem istotnie, że ciekawy ten krasnorost, *Hildenbrandia rivularis* występuje obficie we wskazanem miejscu. Rzeka tworzy tam liczne zakola, a koryto jest miejscami zasypane gęsto głazami, przeważnie niewielkich rozmiarów. Brzegi opadające niekiedy stromo są zacienione lasami, bądź ciągnącym się wzdłuż nich pasem drzew i krzewów. *Hildenbrandia* występuje najobficiej w miejscach, gdzie leży dużo kamieni, nurt rzeki jest szybki, woda płytka, głębokości 10—40 cm. Pokrywa ona płatami powierzchnię kamieni zarówno na górze jak i z boków, oraz czasem od dołu. Plecha tworzy cienką warstwę grubości około 80—100 μ. Szerokość komórek waha się przeciętnie od 7—9 μ.

Ponieważ nowe stanowisko *Hildenbrandia* położone jest niemal w środku między karpackiemi i pomorskiemi stanowiskami (porównaj mapkę w cytowanej na początku pracy K. Starmacha), sądzę, że gatunek ten można będzie odnaleźć jeszcze w innych rzekach i potokach niżu Polski, zwłaszcza na Pomorzu.

Thorea ramosissima. Krasnorost ten znalazłem w sąsiedztwie poprzedniego gatunku w wodzie, na kamieniach położonych blisko stromego brzegu, zacienionego drzewami, na głębokości 20—40 cm. Plecha jego jest tu koloru ciemnego, prawie czarnozielonego ze słabym odcieniem fioletowym, długości od kilkunastu do 25 cm. Roztwór formaliny, w którym przechowuję materjał, zabarwił się na kolor fioletowy. Zebrane okazy zgadzają się dokładnie z opisami i rysunkami Schmitza (Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. I, 2, str. 321—324, 1897), oraz Paschera i Schillera (Pascher. Die Süsswasserflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Zesz. 11, str. 165, 1925). Stanowisko systematyczne tego gatunku nie zostało dotychczas wyjaśnione, jedni autorzy zaliczają go do *Bangiales*, inni do *Florideae*.

Thorea ramosissima nie była jeszcze podana z Polski. Spotykana jest w Europie i Ameryce, jednak naogół rzadko. W Niemczech występuje zwłaszcza na zachodzie, np. w Renie, oraz potokach górskich, a pozatem w Sprewie koło Berlina. Z Rosji znane jest m. in. stanowisko w Dnieprze.

Na zakończenie dodam jeszcze, że w potoku Białośliwce, w pow. Wyrzyskim znalazł kol. J. Rafalski najpospolitszy z krasnorostów słodkowodnych, *Batrachospermum moniliforme* Roth, dotychczas z Wielkopolski nie podawany.

ZUSAMMENFASSUNG.

Zwei für Grosspolen neue Süsswasserrotalgen, *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) I. Ag. und *Thorea ramosissima* Bory wurden in dem Fluss Wełna bei Parkowo, im Kreise Oborniki gefunden. *Thorea* ist neu für die Algenflora von Polen.

Institut f. allg. Botanik d. Univ. Poznań.

Adres redakcji — Adresse de la rédaction:
Warszawa — Varsovie, Krak. Przedm. 26/28.

Biuro wymiany — Service d'échange:
Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28.

Sprzedaż — Vente:
Warszawa, Kasa Mianowskiego, Nowy Świat 72.

Drukarnia i Litografia
„JAN COTTY"
w Warszawie, Kapucyńska 7.